

Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Sacharomyces cereviceae* Pada Fermentor 70 Liter

Muhammad Irsyad Abdullah, Chairul dan Silvia Reni Yenti

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jalan Raya HR. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru-Riau

Telp. 0761-566937 / 085271917413

Email: irsyad_doel@yahoo.co.id

ABSTRACT

Ethanol consumption of the world for a variety of uses has increased very significantly in recent years. Therefore it is necessary to alternate sources of raw materials to manufacture bioethanol and bioethanol production can be increased. Nipa sap is one of potential materials to be processed into bioethanol. Availability of nypa palm land in Indonesia and a fairly high sugar content (15-20%) makes nipa sap has the potential to be processed into bioethanol, so that produce an useful and high valuable product and then in education, that is give data process fermentation of nipa sap with comparison of pH and scale of fermentation. Through a fermentation process using yeast *Saccharomyces cereviceae*, glucose is converted into bioethanol and carbon dioxide. Starter preparation is done by the yeast *Saccharomyces cereviceae* inoculum in the 10% of fermentation medium so that yeast is able to adapt and ready for fermentation. Fermentation takes place in batches with a volume of 50 liters of fermentation medium, variations in the pH 4.5, 5.0, 5.5 and variations of fermentation time of 24, 36, 48, 60 dan 72 hours. The stirring speed of 200 rpm and temperature of fermentation at room temperature (25 - 30 °C). Ethanol concentrations were analyzed using alcoholmeter. The process of optimum fermentation conditions indicated in the addition of starter pH 4,5 and fermentation time of 36 hours of the initial sugar concentration of 221,163 mg/ml. Bioethanol concentration obtained in this condition is 14% (v/v) or 112,793 mg/ml with the acquisition of 97,969% yield.

Keywords : bioethanol, fermentation, nipa sap, *saccharomyces cereviceae*

Pendahuluan

Propinsi Riau merupakan salah satu daerah terluas di Indonesia yang ditumbuhi oleh tanaman nipah. Terdapat sekitar 41.530,09 ha hutan nipah di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Rokan Hilir serta Kabupaten Indragiri Hilir (BPDAS Kepulauan Riau, 2006). Pada saat ini, nira nipah disadap hanya untuk diminum, sedangkan daun nipah dimanfaatkan sebagai bahan pembuat atap, dinding, aneka keranjang anyaman dan untuk daun pembungkus rokok.

Salah satu alternatif pemanfaatan tanaman nipah adalah sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Menurut Dahlan, dkk., (2009) nira nipah mengandung sukrosa sebanyak 13-17%, ini merupakan suatu bahan yang sangat potensial untuk

diolah menjadi bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan atau sebagai campuran bahan bakar fosil, banyak digunakan pada minuman, kosmetik, pada bidang kesehatan sebagai zat antiseptik, *solvent*, serta sebagai bahan baku industri. Kebutuhan etanol 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 (Molindo Raya Industrial, 2010). Dengan melihat kondisi tersebut, maka Propinsi Riau berpotensi untuk memproduksi bioetanol dari nira nipah sehingga dapat berperan dalam memenuhi kebutuhan etanol dunia

Venandos (2008) dan Sodiq (2011) telah melakukan proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol pada skala laboratorium (300 ml) dan skala (8.000 ml). Untuk dapat memproduksi bioetanol dari nira nipah dalam skala industri perlu dikaji proses *scale up* dari fermentasi tersebut. Sehingga pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol pada skala 50 liter, dengan variasi waktu dan pH awal fermentasi untuk menentukan kondisi optimum proses fermentasi terhadap perolehan bioetanol.

Landasan Teori

Nipah

Nipah adalah sejenis palem (palma) yang tumbuh di lingkungan hutan bakau atau daerah pasang-surut air laut. Nama ilmiah tumbuhan nipah adalah *Nypa fruticans wurmb.* Batang pohon nipah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Akar serabutnya dapat mencapai panjang 13 m. Panjang anak daun dapat mencapai 100 cm dan lebar daun 4-7 cm. Daun nipah yang sudah tua berwarna kuning, sedangkan daunnya yang masih muda berwarna hijau. Banyaknya anak daun dalam tiap tandan mencapai 25-100 helai (Vernandos, 2008).

Cairan manis yang dikandung nipah memiliki kadar gula (*sucrose*) antara 13-17 %-brix. Dengan kandungan itu, maka nira nipah berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku industri bioetanol. Satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira per hari, setiap tangkai dapat dipanen terus menerus selama sekitar 20 hari. Setiap rumpun pohon Nipah mampu menghasilkan sekitar 4 tangkai pada waktu bersamaan. Dengan demikian, satu pohon nipah dapat menghasilkan 12 liter nira per hari (Riyadi, 2010)

Tabel 1. Komposisi Nira Nipah (Dahlan, dkk., 2009)

Komposisi	% (w/v)
Sukrosa	13-17 %
Glukosa	0,2-0,5 %
Air	75-82 %
Abu dan Bahan Lainnya	0,3-0,7 %

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dari bahan baku nabati. Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat dibuat dari tiga kelompok bahan baku yaitu bahan yang mengandung gula seperti tebu dan nira, bahan berpati seperti jagung dan ubi-ubian, serta bahan berserat berupa limbah pertanian yang saat ini terus dikembangkan di negara maju (Dahlan, dkk., 2009)

Pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung gula relatif lebih mudah dan murah dibandingkan bahan berpati dan berselulosa, hal ini disebabkan karena pada bahan yang mengandung gula tidak perlu perlakuan pendahuluan (*pretreatment*) seperti proses liquifikasi, pemasakan, sakarifikasi dan hidrolisis. Tetapi jika ditinjau dari segi harga bahan baku, bahan yang mengandung gula lebih mahal dari bahan berpati dan berselulosa.

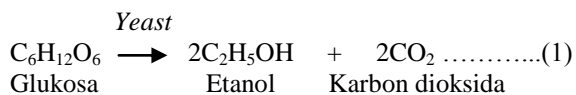
Bioetanol mempunyai empat karakteristik yang sesuai sebagai bahan bakar yaitu: bentuknya cairan sehingga mudah bergerak, nilai kalor 2/3 nilai kalor gasolin, dapat dicampurkan sampai 10% pada bensin untuk meningkatkan angka oktan, dan dapat meningkatkan angka oktan bensin tanpa timbal. Selain sebagai bahan bakar, bioetanol banyak digunakan pada minuman, kosmetik, kesehatan, *solvent*, serta sebagai bahan baku industri.

Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perubahan-perubahan kimia dalam suatu substrat organik yang berlangsung karena aksi katalisator biokimiawi yaitu enzim yang dihasilkan oleh mikroba hidup tertentu. Untuk berlangsungnya proses fermentasi oleh suatu mikroba perlu adanya medium fermentasi yang mengandung *nutrien* untuk pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme (Rachman dan Sudarto, 1991).

Fermentasi untuk menghasilkan bioetanol oleh ragi merupakan perubahan

gula-gula heksosa sederhana menjadi etanol dan CO₂ secara anaerob, udara tidak diperlukan selama proses fermentasi. Menurut Suwahyono (1994) dalam Vernandos (2008) pada fermentasi terjadi pemecahan senyawa induk, dimana 1 molekul glukosa akan menghasilkan 2 molekul etanol, 2 molekul CO₂ dan pembebasan energi (Persamaan 1). Secara teoritis bahwa 1 gr gula akan dikonversikan menjadi 0,51 gr etanol (51% etanol) dan 0,49 gr CO₂ (49% CO₂).



Pada penelitian ini digunakan *yeast Saccharomyces cereviceae* yang mempunyai daya fermentasi yang tinggi terhadap glukosa, fruktosa, galaktose, maltose dan mempunyai daya tahan dalam lingkungan di kadar alkohol yang relatif tinggi serta tahan terhadap mikroba lain (Putra dan Amran, 2009).

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi diantaranya adalah: konsentrasi gula didalam substrat, komposisi nutrisi, jenis *yeast* yang digunakan, derajat keasamaan (pH), temperatur dan oksigen (aerasi). Faktor-faktor tersebut merupakan hal yang perlu diperhatikan selama proses fermentasi agar fermentasi dapat dilakukan dengan optimal sehingga perolehan bioetanol dapat dihasilkan semaksimal mungkin.

Scale Up

Scale up adalah suatu studi yang mengolah dan mentransfer data penelitian skala laboratorium ke skala yang lebih besar menyangkut disain proses operasi dan perancangan peralatan. *Scale up* perlu dilakukan karena selama fermentasi terjadi perubahan lingkungan internal fermentor yang dapat mempengaruhi aktivitas dan produktivitas mikroba. Pada fermentasi skala laboratorium digunakan fermentor gelas 1-5 liter, skala *pilot plan* 5-500 liter dan pada tahap industri digunakan fermentor 500-50.000 liter (Kusnadi, 2010).

Proses *scale up* yang dilakukan pada penelitian berskala laboratorium ke penelitian berskala 50 liter bertujuan untuk menghasilkan data yang dapat digunakan untuk membangun industri skala besar. Sehingga semua perlakuan yang diberikan selama proses fermentasi pada skala industri dapat dilakukan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi dan tingkat kesalahan dapat diturunkan seminimal mungkin. Kemudian tujuan yang lebih penting lagi dari proses *scale up* ini adalah untuk memperoleh ukuran fermentor yang mampu menghasilkan produk fermentasi seefisien mungkin seperti pada proses produksi dalam fermentor skala kecil.

Metodologi

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah nira nipah, *yeast Saccharomyces cereviceae*, aquades, HCl, NaOH, (NH₂)₂CO (Urea), NH₄H₂PO₄ (NPK) dan Reagen Nelson-Samogyi.

Alat-alat yang digunakan adalah rangkaian Biofermentor 70 liter, Pengaduk, Alkoholmeter, *Autoclave*, *Incubator Shaker*, Erlenmeyer, Tabung Reaksi, Timbangan Analitik, Cawan Petri dan Rangkaian Alat Distilasi.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Variabel Tetap. Medium Fermentasi: 50 liter nira nipah murni. Suhu: Suhu Kamar. Pengadukan: 200 rpm. *Volume Starter* Inokulum: 10%. Konsentrasi Ragi: 15 g/l. Urea (46% N): 0,4 gr/l dan NPK (16% P): 0,5 gr/l.

Variabel Berubah. Waktu pengambilan sampel: 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Serta pH awal fermentasi: 4,5; 5,0 dan 5,5.

Prosedur Penelitian

Persiapan Medium Fermentasi. Medium fermentasi adalah nira nipah murni yang diberi garam-garam nutrisi untuk pertumbuhan *yeast*. Konsentrasi glukosa

awal dianalisa dengan metode Nelson-Samogyi. Nutrisi yang dibutuhkan adalah urea (0,4 g/l) dan NPK (0,5 g/l).

Pembuatan Kurva Standar Glukosa.

Kurva standar glukosa berfungsi untuk menganalisa gula awal dan akhir nira nipah. Kurva dibuat menggunakan reagen Nelson-Samogyi.

Tahap Sterilisasi. Semua alat-alat dan bahan kecuali *yeast* harus disterilisasi terlebih dahulu di dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121⁰C. Selanjutnya dilakukan pengaturan pH sesuai dengan variabel penelitian.

Penyiapan Starter. Sebanyak 75 gram *Sacharomyces cereviceae* dibiakkan dalam 10% medium fermentasi, lalu diaduk dengan menggunakan *shaker* selama 1 jam.

Tahap Fermentasi. Fermentasi dimulai dengan menambahkan biakan *starter* inokulum yeast *Sacharomyces cereviceae* ke dalam medium fermentasi. Fermentor yang digunakan berukuran 70 liter. Kecepatan pengadukan 200 rpm, keadaan anaerob dan suhu kamar (25-30⁰C). Waktu fermentasi divariasikan: 24, 36, 48 60 dan 72 jam.

Tahap Analisa. Konsentrasi bioetanol diukur menggunakan Alkoholmeter dan konsentrasi gula dianalisa dengan Metode Nelson-Samogyi.

Hasil dan Pembahasan

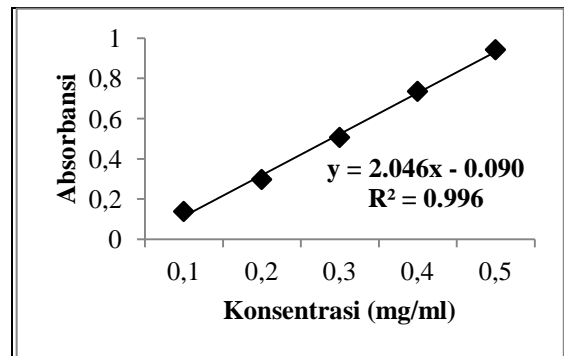
Kurva Standar glukosa

Pembuatan kurva standar glukosa dengan metode Nelson-Samogyi digunakan untuk menentukan konsentrasi gula awal dan akhir fermentasi. Data hasil pengukuran absorbansi spektrofotometer dari masing-masing konsentrasi larutan standar glukosa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Konsentrasi Gula (mg/ml)	Absorbansi
0,1	0,138
0,2	0,297
0,3	0,506
0,4	0,735
0,5	0,942

Regresi linier data kurva standar glukosa (Gambar 1) menghasilkan persamaan $y = 2,046x - 0,090$, dimana y merupakan absorbansi spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 540 nm dan x merupakan konsentrasi glukosa (mg/ml).



Gambar 1. Kurva Standar Glukosa

Analisa Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah

Setelah dilakukan penentuan konsentrasi gula awal dari nira nipah dengan menggunakan metode Nelson-Semogyi diperoleh hasil seperti pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah Murni

pH	Absorbansi	Pengenceran	Konsentrasi Gula (mg/ml)
4,5	0,815	500 x	221,163
5,0	0,792	500 x	215,543
5,5	0,753	500 x	206,012

Seperti terlihat pada Tabel 3, dilakukan tiga kali pengulangan untuk masing-masing konsentrasi gula awal dari nira nipah, dan diperoleh konsentrasi tertinggi gula awal nira nipah sebanyak 221,163 mg/ml.

Pengaruh Variasi pH dan Waktu Terhadap Perolehan Bioetanol

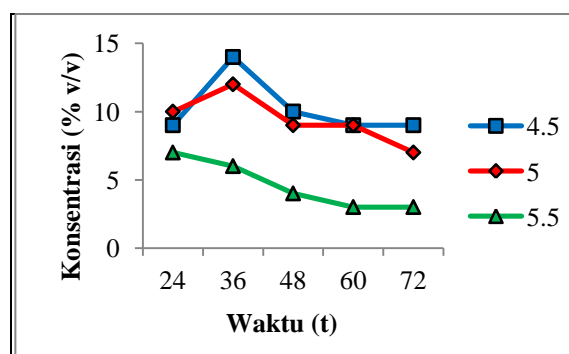
Kondisi optimum dalam fermentasi nira nipah ini ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah didestilasi terlebih dahulu untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dengan impuritisnya. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan alkoholmeter. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Pengaruh pH dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh

Waktu Fermentasi (Jam)	Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh (% v/v)		
	pH awal		
	4,5	5,0	5,5
24	9	10	7
36	14	12	6
48	10	9	4
60	9	9	3
72	9	7	3

Tabel 4 memberikan informasi bahwa pH 4,5 menghasilkan konsentrasi bioetanol yang tertinggi. Hal ini terjadi karena pada pH 4,5 adaptasi *yeast* lebih rendah dan aktivitas fermentasinya juga meningkat, serta berpengaruh pada pembentukan produk samping, dimana pada pH tinggi, konsentrasi gliserol meningkat. Sedangkan pada pH dibawah 4,5 aktifitas enzim akan terhambat sehingga kemampuan mikroba untuk mengurai gula menjadi bioetanol semakin rendah (Putra dan Amran, 2009).

Pada proses fermentasi, *Sacharomyces cereviceae* menghasilkan enzim *zimase* dan *invertase*. Enzim *zimase* berfungsi sebagai biokatalis yang dapat mengubah glukosa dan fruktosa menjadi alkohol dan CO₂, sedangkan enzim *invertase* berfungsi mengubah sukrosa menjadi gula invert glukosa dan fruktosa (Poedjiadi dan Titin, 2006).

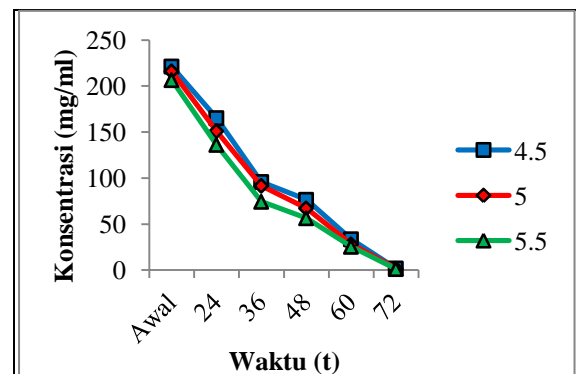


Gambar 2. Hubungan pH dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Konsentrasi Biotanol Hasil Fermentasi Nira Nipah

Profil waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol dapat dilihat pada Gambar 2. Waktu fermentasi optimum pada pH 4,5 adalah pada waktu fermentasi 36 jam, pH 5,0 pada waktu fermentasi 36 jam

dan pH 5,5 pada waktu fermentasi 24 jam, dengan menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi masing-masing pH yaitu 14% , 12% dan 7 % (v/v). Awalnya semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga semakin tinggi, akan tetapi setelah kondisi optimum tercapai, konsentrasi bioetanol yang diperoleh cenderung mengalami penurunan. Adanya penurunan konsentrasi bioetanol disebabkan karena bioetanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam-asam organik seperti asam asetat, asam cuka dan ester (Purwoko, 2007).

Hal lainnya menunjukkan bahwa *Sacharomyces cereviceae* sudah tidak bekerja menghasilkan bioetanol secara optimal, dikarenakan glukosa yang terkandung didalam substrat sebagian telah terkonversi menjadi produk. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Gula

Pada Gambar 3 menunjukkan konsentrasi gula yang semakin menurun pada semua variasi pH dengan semakin bertambahnya waktu. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin berkurang pula konsentrasi gula dalam substrat yang merupakan salah satu nutrisi yang dibutuhkan oleh *Sacharomyces cereviceae* sebagai sumber karbonnya (C).

Konsentrasi Gula Sisa, Gula yang Terfermentasi, Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh, Bioetanol Teoritis dan Yield Bioetanol

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan analisa terhadap konsentrasi gula sisa dengan metode Nelson-Somogyi.

Tujuan dari analisa ini adalah untuk melihat efektifitas mikroorganisme dalam mendegradasi gula (substrat) menjadi bioetanol (produk).

Konsentrasi gula sisa, gula yang habis selama proses fermentasi dan *yield* bioetanol pada masing-masing kondisi proses fermentasi ditunjukkan dalam Tabel 5 dan Tabel 6 berikut:

Tabel 5. Konsentrasi Gula Sisa dan Gula yang Habis Terfermentasi

Waktu Fermentasi	pH	Konsentrasi Gula (mg/ml)		
		Gula Sisa	Gula yang Terfermentasi	
Jam		mg/ml	mg/ml	%
24	4,5	164,809	56,354	25,481
	5,0	150,733	64,809	30,068
	5,5	135,875	70,137	34,045
36	4,5	95,601	125,562	56,773
	5,0	91,496	124,047	57,551
	5,5	74,194	131,818	63,986
48	4,5	76,344	144,819	65,481
	5,0	67,058	148,485	68,889
	5,5	56,403	149,609	72,622
60	4,5	33,578	187,586	84,818
	5,0	28,104	187,439	86,961
	5,5	25,464	180,547	87,640
72	4,5	1,926	219,238	99,130
	5,0	1,735	213,807	99,195
	5,5	1,364	204,648	99,338

Dari Tabel 5, pada pH 4,5 gula yang habis terfermentasi yaitu 219,238 mg/ml, pH 5,0 yaitu 213,807 mg/ml dan pada 5,5 mencapai 204,648 mg/ml. Hal ini disebabkan gula yang terdapat pada medium (nira nipah) habis terpakai dan terkonversi menjadi bioetanol dan sebagian digunakan sebagai sumber karbon (C) untuk proses pertumbuhan mikroorganisme (Retno dan Nuri, 2011).

Pada Tabel 6, *yield* bioetanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 36 jam dengan pH awal 4,5 yaitu sebesar 97,969 %. Konsentrasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan dari fermentasi nira nipah adalah sebesar 110,502 mg/ml. Besarnya konsentrasi bioetanol hasil fermentasi ini mendekati konsentrasi bioetanol teoritis yang seharusnya dihasilkan dari fermentasi nira nipah pada konsentrasi gula awal 221,163 mg/ml yaitu sebesar 112,793 mg/ml

Tabel 6. Konsentrasi dan *Yield* Bioetanol

Waktu Fermentasi	pH	Konsentrasi Bioetanol		
		Yang Diperoleh	Teoritis	<i>Yield</i> Bioetanol
Jam		mg/ml	mg/ml	mg/ml
24	4,5	71,037	112,793	71,037
	5,0	78,930	109,927	78,930
	5,5	55,251	105,066	55,251
36	4,5	110,502	112,793	110,502
	5,0	94,716	109,927	94,716
	5,5	47,358	105,066	47,358
48	4,5	78,930	112,793	78,930
	5,0	71,037	109,927	71,037
	5,5	31,572	105,066	31,572
60	4,5	71,037	112,793	71,037
	5,0	71,037	109,927	71,037
	5,5	23,679	105,066	23,679
72	4,5	71,037	112,793	71,037
	5,0	55,251	109,927	55,251
	5,5	23,679	105,066	23,679

Perbandingan Produksi Bioetanol dengan Proses Fermentasi Pada Beberapa Variasi

Tabel 7 memberikan informasi tentang perbandingan produksi bioetanol dengan proses fermentasi pada variasi substrat, konsentrasi gula, *volume* fermentasi dan *yeast* yang digunakan. Konsentrasi gula awal yang tertinggi diperoleh dari nira nipah yaitu sebesar 221,499 mg/ml. Dan *yield* bioetanol tertinggi dihasilkan dari fermentasi nira nipah yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu sebesar 97,969 %. Hal ini menunjukkan kinerja dari fermentasi nira nipah dengan menggunakan *yeast Saccharomyces cereviceae* berlangsung lebih baik dibandingkan dengan fermentasi nira nipah menggunakan *yeast Pichia stipitis* dan *Zymomonasmobilis* yang menghasilkan *yield* bioetanol dibawah perolehan pada penelitian ini (Putra dan Amran, 2009).

Pada fermentasi bagas *yield* bioetanol yang diperoleh hanya sebesar 88,15%, sedangkan konsentrasi gula awalnya cukup tinggi yaitu sebesar 205,50 mg/ml. Hal ini disebabkan karena terjadinya inhibisi produk pada fermentasi bagas oleh konsentrasi substrat yang terlalu tinggi. Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi mengurangi jumlah oksigen terlarut. Walaupun dalam jumlah yang sedikit,

oksigen tetap dibutuhkan dalam fermentasi oleh *Sacharomyces cereviceae* untuk menjaga kehidupan dalam konsentrasi sel yang tinggi. Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganismenya sehingga laju konversi menjadi lambat. Dan menunjukkan bahwa pemilihan mikroorganismenya dalam proses fermentasi sangat berpengaruh terhadap hasil fermentasi (Roukas, 1996; Putra dan Amran, 2009).

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya,

Vernandos (2008) mendapatkan perolehan bioetanol pada rentang 3-9% atau 23,679-71,037 mg/ml pada volume 300 ml. Sedangkan Sodiq (2011) sebesar 5-12% atau 39,465-94,716 mg/ml pada volume 8.000 ml. Penelitian ini mendapatkan perolehan bioetanol yang lebih tinggi yaitu rentang 3-14% atau 23,679-110,502 mg/ml. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah volume substrat yang digunakan untuk proses fermentasi jauh lebih banyak yaitu 50.000 ml, sehingga ketersediaan nutrisi untuk proses metabolisme mikroorganismenya lebih banyak.

Tabel 7. Perbandingan Produksi Bioetanol dengan Proses Fermentasi pada Beberapa Variasi

Substrat	Volume	Konsentrasi	Konsentrasi	Yield		Mikroorganismenya yang Berperan	Peneliti
	Fermentasi	Gula Awal	Biotanol	Biotanol	Bioetanol		
	ml	mg/ml	%	mg/ml	%		
Nira Nipah	50.000	221,163	14	110,502	97,969	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Penelitian ini (2013)
Nira Nipah	8.000	221,499	12	94,716	96,990	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Muhammad Sodiq (2011)
Nira Nipah	8.000	147,877	9	71,037	92,244	<i>Pichia Stipitis</i>	Febrio Jenova (2011)
Nira Nipah	300	145,053	9	71,037	96,026	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Vernandos (2008)
Nira Kelapa	-	150,000	9,15	72,184	94,358	<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Hadidan Rahayu (2001)
Bagas	-	205,50	11,7	92,380	88,145	<i>Zymomonasmobilis</i>	Saraswati (2006)

Kesimpulan

Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan yeast *Sacharomyces cereviceae* dalam Biofermentor 70 liter dapat disimpulkan :

1. Nira nipah sangat berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, dilihat dari perolehan bioetanol yang dihasilkan mencapai rentang 3 - 14 % *volume*.
2. Kondisi asam-basa (pH), waktu fermentasi dan kandungan gula pada nira nipah sangat mempengaruhi hasil akhir fermentasi (konsentrasi bioetanol) yang didapat.
3. Kondisi optimum dari fermentasi nira nipah pada skala 50 liter ini adalah pada pH 4,5 dan waktu fermentasi 36 jam dengan perolehan yeild sebesar 97,969 %. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh sebesar 14 % (v/v) atau 112,793 mg/ml

Saran

1. Untuk mengatur dan menjaga pH pada proses fermentasi, sebaiknya menggunakan larutan buffer agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Karena penelitian ini berlangsung secara *batch*, maka perlu dikaji proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol dengan sistem sinambung/kontinyu.
3. Perlu dikembangkan dan dilaksanakan penelitian lebih lanjut untuk memurnikan bioetanol hasil fermentasi nira nipah, sehingga diperoleh bioetanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan bantuan dalam penelitian ini. Dosen pembimbing, Dekan Fakultas Teknik, Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Teknik Kimia, Bapak Ibu Staf Dosen, Orang Tua serta Teman-teman yang telah banyak membantu dalam segala hal.

Daftar Pustaka

- Tim BPDAS. 2006. *Penyebaran Luas dan Jenis Mangrove/Asosiasi Mangrove Wilayah Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II. BPDAS Indragiri Rokan*. Riau (bphm-ii.sim-rlps.dephut.go.id) diakses tanggal 12 Maret 2012
- Dahlan., Muhammad H., Sari., Dewi D, Ismadyar. 2009. Pemekatan Nira Nipah Menggunakan Membran Selulosa Asetat. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya* : Palembang
- Tim Molindo Industrial. 2010. IPO Update Molondo Raya Industrial. Mega Capital Indonesia
- Vernandos, A. dan N. Huda. 2008. *Fermentasi Nira Nipah Menjadi Etanol menggunakan Saccharomyces Cereviceae*. Universitas Riau : Pekanbaru.
- Riyadi, A. 2010. Nipah Membawa Berkah. <http://jurnalenergi.com/news/55-nipah-membawa-berkah> [05 Agustus 2012].
- Rachman, A. K. dan Y. Sudarto. 1991. *Nipah Sumber Pemanis Baru*. Kanisius, Yogyakarta.
- Suwahyono, U., dan Titisari, D., 1994, *Perlakuan larutan alkali dan enzim sellulase pada onggok untuk fermentasi ethanol*. Majalah BPPT, No.LVIII.
- Putra, A.E. dan Amran H. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fase Cair Menggunakan Fermipan*. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro : Semarang.
- Kusnadi. 2010. *Perancangan Bioproses*. FMIPA Biologi Universitas Pendidikan Indonesia : Bandung.
- Poedjiadi, Anna dan F. M. Titin Supriyanti. (2006). *Dasar - Dasar Biokimia*. Jakarta : UI-Press
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara: Jakarta
- Retno, D.T. dan W. Nuri. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. UPN "Veteran" : Yogyakarta