

Fermentasi Nira Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) menjadi Bioetanol Menggunakan Khamir *Pichia stipitis* dalam BIOFLO 2000 FERMENTOR

Chairul, Hafidawati, Febrio Jenova

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya
Jalan Raya HR.Subrantas km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
chairulunri@yahoo.com

Abstrak

Konsumsi etanol dunia untuk berbagai penggunaan mengalami peningkatan yang sangat signifikan beberapa tahun belakangan ini. Oleh sebab itu diperlukan adanya sumber alternatif bahan baku pembuatan bioetanol sehingga produksi bioetanol dapat ditingkatkan. Nira nipah merupakan salah satu bahan yang sangat potensial untuk diolah menjadi bioetanol. Ketersediaan lahan nipah yang cukup luas di Indonesia serta kandungan gulanya yang cukup tinggi (15-20%) menjadikan nira nipah sangat berpotensi untuk diolah menjadi bioetanol. Melalui proses fermentasi menggunakan yeast *Pichia stipitis*, glukosa akan diubah menjadi bioetanol dan karbon dioksida. Penyiapan starter dilakukan dengan proses inokulum yeast *Pichia stipitis* pada medium fermentasi sehingga yeast mampu beradaptasi dan siap melakukan fermentasi. Fermentasi berlangsung secara batch dengan volume medium fermentasi 8 liter, variasi volume starter 10%, 15%, 20%, dan variasi waktu fermentasi 6, 12, 24, 48, 72 dan 96 jam. Derajat keasaman medium fermentasi dijaga pada pH 4,5, kecepatan pengadukan 200 rpm dan suhu fermentasi pada suhu kamar. Konsentrasi bioetanol dianalisis dengan menggunakan alkoholmeter. Proses fermentasi optimum ditunjukkan pada kondisi penambahan volume starter 20% dan waktu fermentasi 48 jam dengan konsentrasi gula awal 150,999 mg/ml. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada kondisi ini adalah 9%(v/v) atau 71,037 mg/ml dengan perolehan yield 92,244%.

Kata Kunci : Bioetanol, Nira Nipah, Fermentasi, *Pichia stipitis*.

1 Pendahuluan

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia (19% luas mangrove dunia) melebihi Australia (10%), Brazil (7%), serta Nigeria(7%) (FAO, 2007). Data hasil pemetaan Pusat Survey Sumber Daya Alam Laut - Bakosurtanal mengestimasi luas mangrove di Indonesia adalah 3.244.018,46 ha (Hartini, 2010). Salah satu spesies utama penyusun hutan mangrove adalah nipah yang tumbuh dengan komposisi sekitar 30 % dari total luas area hutan mangrove, sehingga diperkirakan terdapat 973.205,54 ha hutan nipah di Indonesia.

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 (Dinas Kehutanan Propinsi Riau, 2010). Pada saat ini, nira nipah disadap hanya untuk diminum, sedangkan daun nipah dimanfaatkan sebagai bahan pembuat atap, dinding, aneka keranjang anyaman dan untuk daun rokok.

Salah satu alternatif pemanfaatan tanaman nipah adalah sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Menurut Rachman (1991) 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.

Produksi bioetanol Indonesia pada tahun 2010 adalah sebesar 296.000 kiloliter. Sebagai realisasi pengembangan bioenergi khususnya bioetanol, Pemerintah melalui Ditjen EBTKE telah menargetkan produksi bioetanol pada tahun 2015 sebesar 1,2 juta kiloliter. Target produksi tersebut akan ditingkatkan secara bertahap setiap tahun hingga pada tahun 2025 Indonesia ditargetkan akan memproduksi bioetanol sebesar 9,1 juta kiloliter (Energi Hijau, 2010).

Dengan melihat tingginya target pemerintah dalam pengembangan bioetanol tersebut, maka Propinsi Riau berpotensi untuk memproduksi bioetanol dari nira nipah

sehingga dapat berperan dalam memenuhi kebutuhan bioetanol nasional serta dunia

Peneliti terdahulu (Vernandos, 2008) melakukan fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan ragi *Saccharomyces cereviceae* dengan variasi volume starter 5%, 10%, 15%, 20% dan variasi waktu fermentasi 24, 48, 72 dan 96 jam memperoleh kadar bioetanol tertinggi dari fermentasi nira nipah murni pada volume starter 15% dan waktu fermentasi 72 jam yaitu dengan kadar bioetanol sebesar 9% (v/v). Namun Venandos (2008) masih melakukan proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol pada skala laboratorium (300 ml). Sehingga, untuk dapat memproduksi bioetanol dari nira nipah dalam skala industri perlu dikaji proses *scale up* dari fermentasi berskala laboratorium ke fermentasi skala *pilot plan*. Pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan yeast *Pichia Stipitis* dengan variasi volume starter 10%, 15%, 20% dan waktu fermentasi 6,12,24,48,72,96 dengan volume medium fermentasi sebesar 8 liter.

2 Metodologi

2.1 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah nira nipah, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Yeast Pichia stipitis*, aquades, HCl, NaOH, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK), *Yeast extract* dan Reagen Nelson-Samogyi.

Alat-alat yang digunakan adalah rangkaian alat Bioflo 2000 Fermentor, Alkoholmeter, *Autoclave*, *Incubator Shaker*, Rangkaian alat distilasi, Erlenmeyer, Tabung reaksi, Timbangan Analitik, Cawan Petri dan Jarum Ose.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Variabel Tetap. Medium Fermentasi : 8000 ml nira nipah murni; pH awal : 4,5; Suhu : Suhu Kamar; Pengadukan : 200 rpm; Urea (46% N) : 0,4 gr/l; dan NPK (16% P) : 0,5 gr/l

Variabel Berubah. Waktu pengambilan sampel : 6;12;24;48; 72 dan 96 jam serta Volume starter : 10%;15% dan 20%.

2.3 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 di sterilisasi terlebih dahulu di dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121°C .

Stok Pembiakan Yeast. *Yeast* di-*preculture* pada media *Potato Dextrose Agar* (*dextrosa* 10 g/l, kentang 200 g/l dan agar 16 g/l). Biakan murni digoreskan pada permukaan medium PDA dengan jarum ose kemudian diinkubasi selama 2-4 hari pada suhu kamar.

Penyiapan Inokulum Yeast. *Pichia stipitis* dari media PDA diinokulasi pada sejumlah medium fermentasi sesuai dengan variasi % volume starter didalam erlenmeyer sebanyak 1 jarum ose /50 ml, lalu diaduk dengan *shaker* selama 24 jam.

Tahap Fermentasi. Fermentasi dimulai dengan menambahkan starter inokulum yeast *Pichia Stipitis* ke dalam medium fermentasi. Variasi volume starter adalah 10, 15 dan 20% terhadap total volume fermentasi yaitu 8 liter. Fermentor yang digunakan berukuran 10 liter. Kecepatan pengadukan 200 rpm, keadaan anaerob dan suhu kamar ($25-30^{\circ}\text{C}$). Waktu fermentasi divariasikan: 6, 12, 24, 48, 72, dan 96 jam.

2.4 Analisa Hasil.

Konsentrasi bioetanol ditentukan dengan Alkoholmeter. Konsentrasi gula dianalisa dengan metode nelson-samogyi. Pertumbuhan Yeast dianalisa menggunakan kinetika monod dengan menimbang berat sel kering.

3 Hasil dan Pembahasan

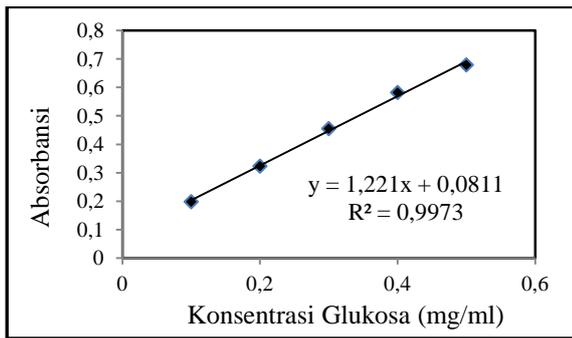
3.1 Kurva Standar glukosa

Kurva standar glukosa digunakan untuk menentukan konsentrasi gula awal dan akhir fermentasi. Data hasil pengukuran absorbansi dari masing-masing konsentrasi larutan standar glukosa dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini. Untuk pengukuran absorbansi gula, rentang panjang gelombang (λ) yang digunakan adalah 500 - 600 nm. Setelah dilakukan pengujian diperoleh panjang gelombang optimum pada $\lambda = 540$ nm.

Tabel 1. Data Pembuatan Kurva Standar Glukosa

Konsentrasi Gula	Absorbansi
0,1	0,198
0,2	0,323
0,3	0,455
0,4	0,582
0,5	0,679

Regresi linier data kurva standar glukosa (Gambar 1) menghasilkan persamaan $y = 1,221x + 0,0811$, dimana y merupakan absorbansi spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) = 540 nm dan x merupakan konsentrasi glukosa (mg/ml).



Gambar 1. Kurva Standar Glukosa

3.2 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 2 berikut.

Tabel 2. Konsentrasi Gula Awal Nira Nipah Murni

Absorbansi	Pengenceran	Konsentrasi Gula (mg/ml)	Konsentrasi Gula Rata-rata (mg/ml)
0,619	300 x	132,162	150,999
0,683	300 x	147,887	
0,785	300 x	172,948	

Seperti terlihat pada Tabel 3, dilakukan tiga kali pengulangan untuk masing-masing konsentrasi gula awal dari nira nipah, dan diperoleh konsentrasi rata-rata gula awal nira nipah sebanyak 150,999 mg/ml.

3.3 Analisis Yeast Inokulum

Proses analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah *Pichia stipitis* yang terdapat didalam yeast inokulum. Cara menentukan jumlah *Pichia stipitis* yang digunakan dengan melihat nilai OD (*Optical Density*). Analisis dilakukan dengan mengambil data absorbansi dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu 600 nm. Panjang gelombang ini digunakan untuk menganalisis konsentrasi sel. Setelah dilakukan pengujian, diperoleh nilai OD untuk yeast inokulum *pichia stipitis* sebesar 0,783. Nilai ini memenuhi syarat nilai OD untuk proses fermentasi yang berkisar antara 0,1-0,8 (Rouhollah, 2007).

3.4 Hasil Fermentasi Nira Nipah

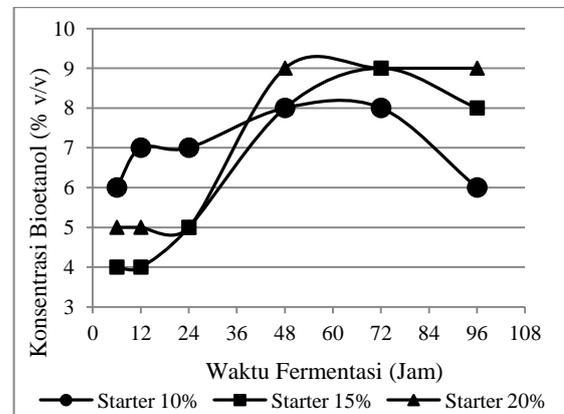
Untuk menentukan kondisi optimum fermentasi nira nipah menjadi etanol dengan menggunakan *Yeast Pichia stipitis*, variabel yang divariasikan adalah volum starter dan waktu fermentasi, sedangkan pH awal fermentasi pada 4,5 dan suhu fermentasi pada suhu kamar (25-30°C). Kondisi optimum dalam fermentasi nira nipah ini ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah di distilasi terlebih dahulu untuk memisahkan cairan hasil fermentasi dengan impuritis-impuritis. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan alkohol meter. Konsentrasi bioetanol yang

diperoleh pada masing-masing variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Konsentrasi Bioetanol hasil fermentasi nira nipah

Waktu Fermentasi (Jam)	Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh (% v/v)		
	Volume Starter		
	10%	15%	20%
6	6	4	5
12	7	4	5
24	7	5	5
48	8	8	9
72	8	9	9
96	6	8	9

3.5 Pengaruh Variasi Volume Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Perolehan Bioetanol



Gambar 2. Hubungan Volume Starter dan Waktu Fermentasi terhadap Perolehan Konsentrasi Bioetanol

Gambar 2 memberikan informasi bahwa volume starter 15% dan 20% menghasilkan konsentrasi bioetanol yang tertinggi yaitu sebesar 9% (v/v). Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya volume starter (*Pichia stipitis*) ditambahkan, yang berfungsi sebagai biokatalisator dalam mengkonversi substrat (gula) menjadi produk (bioetanol), maka bioetanol yang dihasilkan juga semakin banyak. Begitu juga sebaliknya, semakin sedikit starter yang dimasukkan kedalam substrat (gula) maka perolehan bioetanol juga akan semakin sedikit karena mikroorganisme yang berperan dalam mengkonversi substrat menjadi produk sedikit.

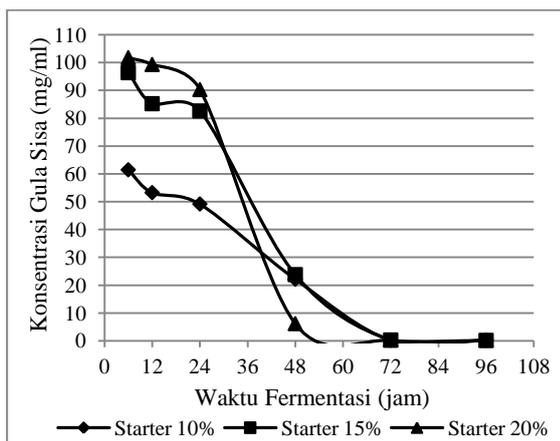
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa jumlah starter yeast *Pichia stipitis* optimum pada proses fermentasi nira nipah adalah pada starter 15 %. Waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh konsentrasi bioetanol optimum pada starter ini adalah selama 72 jam dengan perolehan konsentrasi bioetanol sebesar 9% (v/v). Waktu fermentasi optimum pada starter 15% ini lebih lambat dari pada waktu fermentasi pada starter 20%. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan jumlah starter dimana jumlah starter 15% lebih sedikit dari pada starter 20% sehingga proses konversi substrat menjadi produk berlangsung lebih lambat.

Bertambahnya volume starter juga akan menyebabkan jumlah substrat yang dipakai untuk metabolisme sel semakin besar, sehingga jumlah produk yang dihasilkan akan berkurang, hal ini disebabkan karena selain mengkonversi substrat menjadi produk, mikroorganisme juga membutuhkan sebagian substrat untuk perkembangan dirinya sendiri, baik dalam reproduksi membentuk sel-sel baru maupun memperbesar ukuran sel, sehingga tidak semua substrat terkonversi menjadi produk (Vernandos, 2008). Oleh sebab itu penggunaan volume starter yang terlalu banyak juga tidak terlalu baik karena dapat mengurangi perolehan produk.

Dari Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa waktu optimum proses fermentasi nira nipah menggunakan yeast *Pichia stipitis* adalah 48 jam. Setelah waktu fermentasi tersebut maka dapat dilihat tidak terjadi lagi penambahan konsentrasi bioetanol. Hal ini disebabkan karena substrat berupa glukosa yang akan dikonversi oleh mikroorganisme menjadi produk (bioetanol) sudah mengalami penurunan konsentrasi yang signifikan dan habis.

Selain itu, mikroorganisme yang berfungsi untuk mengkonversi substrat sebagian besar telah memasuki fase kematian karena telah kehabisan nutrisi. Terjadinya penurunan konsentrasi bioetanol disebabkan karena sebagian produk terkonversi menjadi asam organik yang disebabkan oleh kontaminasi mikroorganisme yang tidak diinginkan. Oleh sebab itu selama proses fermentasi faktor kebersihan lingkungan juga harus diperhatikan agar tetap steril dari mikroorganisme yang tidak diinginkan sehingga tidak mempengaruhi perolehan produk.

3.6 Pengaruh Variasi Volume Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Penggunaan Substrat



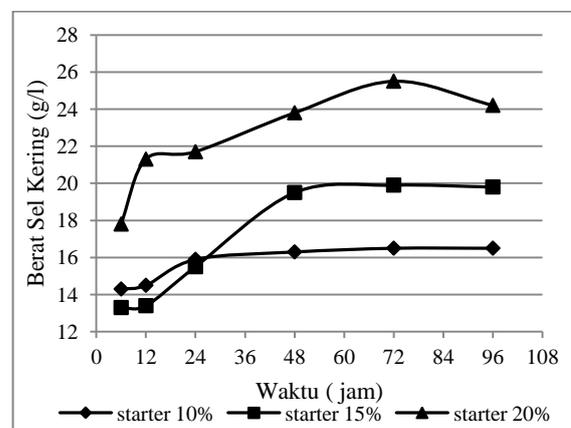
Gambar 3. Hubungan Volume Starter dan Waktu Fermentasi terhadap Penggunaan substrat

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa konsentrasi substrat pada starter 20% lebih cepat berkurang / habis dibandingkan dengan konsentrasi substrat pada starter 10% dan 15%. Gambar 3 memperlihatkan pada starter 20% substrat telah mulai habis pada waktu fermentasi 48

jam, sedangkan pada starter 10% dan 15% substrat mulai habis pada waktu 72 jam. Hal ini disebabkan karena semakin banyak starter yang dimasukkan maka semakin banyak mikroorganisme yang berperan dalam mengkonversi substrat menjadi produk sehingga substrat menjadi lebih cepat habis / terkonversi.

Dari Gambar 3 juga dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi substrat akan semakin menurun / berkurang. Hal ini disebabkan karena substrat berupa gula telah dikonversi oleh mikroorganisme menjadi produk berupa bioetanol dan juga digunakan untuk metabolisme sel, sehingga semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi substrat juga semakin berkurang dan pada akhirnya akan habis.

3.7 Pengaruh Variasi Volume Starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Kinetika Pertumbuhan *Pichia stipitis*



Gambar 4. Hubungan Volume Starter dan Waktu Fermentasi terhadap Penggunaan substrat

Gambar 4 memberikan informasi bahwa semakin lama waktu fermentasi maka berat sel kering akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme telah mengalami proses metabolisme seiring dengan proses fermentasi sehingga menyebabkan peningkatan massa dan jumlah sel karena sel telah mengalami pembelahan. Namun setelah fermentasi berlangsung selama 72 jam maka tidak terjadi lagi peningkatan berat sel kering, karena pada masa ini mikroorganisme telah memasuki fase kematian sehingga tidak terjadi lagi peningkatan massa dan jumlah sel.

Pada gambar 4 juga dapat dilihat bahwa semakin besar starter yang diberikan maka berat sel kering juga semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena perbedaan volume starter yang dimasukkan pada awal proses fermentasi mengakibatkan perbedaan tingkat populasi mikroorganismenya pada fermentor. Semakin banyak volume starter yang dimasukkan maka populasi mikroorganisme juga akan semakin tinggi sehingga perolehan berat sel kering semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya semakin sedikit volume starter yang dimasukkan maka berat sel kering juga akan semakin kecil. Kinetika pertumbuhan yeast *Pichia stipitis* dapat

diamati dengan menghitung laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan spesifik maksimum dan konstanta kejenuhan substrat menggunakan model monod.

Kinetika Pertumbuhan *Pichia stipitis*

Kinetika reaksi pertumbuhan yeast *Pichia stipitis* diamati dengan menghitung laju pertumbuhan spesifik (μ), laju pertumbuhan spesifik maksimum (μ_m) dan konstanta kejenuhan substrat (K_s) dengan perhitungan monod. Laju pertumbuhan spesifik diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$\ln X = \mu t + \ln X_0 \quad (1)$$

Dimana μ adalah laju pertumbuhan spesifik (jam^{-1}), X adalah berat sel kering (g/l) dan t sebagai waktu (jam).

Laju pertumbuhan spesifik maksimum diperoleh dengan persamaan

$$1/\mu = K_s/\mu_m 1/s + 1/\mu_m \quad (2)$$

dimana μ adalah laju pertumbuhan spesifik (jam^{-1}), K_s adalah konstanta kejenuhan substrat (g/l), S adalah konsentrasi substrat (gula akhir) (g/l) dan μ_m adalah laju pertumbuhan spesifik maksimum (jam^{-1}).

Tabel 4. Laju pertumbuhan spesifik, laju pertumbuhan spesifik maksimum dan konstanta kejenuhan substrat masing-masing variabel

	Starter 10%	Starter 15%	Starter 20%
Laju Pertumbuhan Spesifik, μ , (jam^{-1})	0,0016	0,005	0,003
Laju Pertumbuhan Spesifik maksimum, μ_m , (jam^{-1})	0,045	0,041	0,046
Konstanta kejenuhan Substrat, K_s , (g/l)	0,458	0,388	0,545

Laju pertumbuhan spesifik tertinggi diperoleh pada starter 15% yaitu sebesar $0,005 \text{ jam}^{-1}$. Pada starter 10% dan 20% laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh lebih rendah dari pada starter 15% yaitu masing-masing sebesar $0,0016 \text{ jam}^{-1}$ dan $0,003 \text{ jam}^{-1}$. Hal ini disebabkan karena pada starter 10% jumlah mikroorganisme yang berkembang biak lebih sedikit dari pada starter 15%. Sedangkan pada starter 20%, laju pertumbuhan spesifik yang lebih rendah dari pada starter 15% disebabkan karena pemberian starter yang terlalu banyak ke dalam medium fermentasi sehingga terjadi kenaikan viskositas cairan fermentasi. Kenaikan viskositas ini akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut didalam medium fermentasi sehingga akan mengganggu respirasi sel dan menghambat laju pertumbuhan sel tersebut.

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan spesifik maksimum yang diperoleh pada masing – masing starter berkisar antara $0,041 \text{ jam}^{-1}$ hingga $0,046 \text{ jam}^{-1}$ dengan laju spesifik maksimum tertinggi pada starter 20% yaitu sebesar $0,046 \text{ jam}^{-1}$. Konstanta kejenuhan (K_s) substrat tertinggi diperoleh pada starter 20% yaitu sebesar $0,545 \text{ g/l}$. Semakin tinggi nilai K_s

menunjukkan bahwa efek penghambatan (inhibisi) oleh substrat terhadap pertumbuhan sel semakin rendah. Nilai K_s pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan pada penelitian Manfaati (2010) yang melakukan proses fermentasi asam laktat dengan media campuran tepung tapioka dan limbah cair tahu oleh *Ryzyopus oryzae*, yaitu dengan nilai K_s sebesar $4,324 \text{ g/l}$.

3.8 Konsentrasi Gula Sisa, Yield Etanol, dan Kinetika Pengurangan Konsentrasi Gula pada Fermentasi Nira Nipah.

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan analisa terhadap konsentrasi gula sisa dengan metode Nelson-Somogyi. Tujuan dari analisa ini adalah untuk melihat efektifitas mikroorganisme dalam mengdegradasi gula (substrat) menjadi bioetanol (produk). Konsentrasi gula sisa, gula konsentrasi bioetanol dalam mg/ml dan yield bioetanol pada masing-masing kondisi proses fermentasi ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Konsentrasi Gula Sisa, Konsentrasi Bioetanol dan Yield Bioetanol

Waktu Fermentasi (Jam)	Volum Starter	Gula Sisa (mg/ml)	Kadar Bioetanol (mg/ml)	Yield Etanol (%)
6	10%	61,409	47,358	61,496
	15%	96,298	31,572	40,997
	20%	101,70	39,465	51,247
12	10%	53,219	55,251	71,746
	15%	85,160	31,572	40,997
	20%	99,247	39,465	51,247
24	10%	49,124	55,251	71,746
	15%	82,539	39,465	51,247
	20%	90,238	39,465	51,247
48	10%	22,105	63,144	81,995
	15%	23,743	63,144	81,995
	20%	6,134	71,037	92,244
72	10%	0,165	63,144	81,995
	15%	0,271	71,037	92,244
	20%	0,195	71,037	92,244
96	10%	0,165	47,358	61,496
	15%	0,120	63,144	81,995
	20%	0,178	71,037	92,244

Dari Tabel 5, dapat dilihat yield bioetanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam dengan volum starter 20% yaitu sebesar $92,244\%$. Konsentrasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan dari fermentasi nira nipah adalah sebesar $71,037 \text{ mg/ml}$. Besarnya konsentrasi bioetanol hasil fermentasi ini mendekati konsentrasi bioetanol teoritis yang seharusnya dihasilkan dari fermentasi nira nipah pada konsentrasi gula awal $150,999 \text{ mg/ml}$ yaitu sebesar $77,010 \text{ mg/ml}$.

4 Kesimpulan

Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan yeast *Pichia stipitis* dalam Bioflo 2000 Fermentor dapat disimpulkan :

1. Dengan perolehan bioetanol yang cukup tinggi yaitu sebesar 9%(v/v), serta bahan baku yang cukup melimpah di Indonesia khususnya Provinsi Riau maka nira nipah sangat berpotensi untuk diolah menjadi bioetanol
2. Hasil fermentasi nira nipah optimum diperoleh pada volume starter 20 % dengan waktu fermentasi 48 jam yaitu dengan perolehan konsentrasi bioetanol sebesar 9 % (v/v) atau 71,037 mg/ml dengan yield 92,244%.
3. Pada kondisi optimum (starter 20%), laju pertumbuhan spesifik *Pichia stipitis* (μ) adalah 0,003 jam⁻¹, pertumbuhan spesifik maksimum (μ_m) yaitu 0,046 jam⁻¹ dan konstanta kejenuhan substrat adalah 0,545 g/l.

Daftar Pustaka

- Dinas Kehutanan Propinsi Riau, 2010, Luas Hutan Menurut Fungsi, Riau In Figures 2010, Riau.
- Energi Hijau, 2010, Gerakan Hijau Ditjen EBTKE, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi energi, Jakarta.
- 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.
- Rachman, A. K., dan Sudarto, Y., 1991, Nipah Sumber Pemanis Baru, Kanisius, Yogyakarta
- Riyanti, E.I., 2009, Biomassa Sebagai Bahan Baku Bioetanol, *Jurnal Litbang Pertanian*, 28: 101-110
- Rouhollah, H., I. Nahvi, G. Emtiaz, dan S. Abednivar, 2007, Mixed sugar fermentation by *Pichia stipitis*, *Sacharomyces cerevisiaea*, and an isolated xylosefermenting *Kluyveromyces marxianus* and their cocultures, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
- Suwahyono, U., dan D. Titisari, 1994, Perlakuan Larutan Alkali dan Enzim Sellulase pada Onggok untuk Fermentasi Ethanol, *Majalah BPPT*, No.LVIII
- Vernandos, A., N. Huda, 2008, Fermentasi Nira Nipah Menjadi Etanol menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*, Skripsi, Universitas Riau, Pekanbaru.