

KAJIAN PEMBUATAN XILITOL DARI TONGKOL JAGUNG MELALUI PROSES FERMENTASI

Sirin Fairus^{1*}, Ronny Kurniawan², Ridho Taufana², Adhytia Setya Nugraha²

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Bakrie, Jakarta

² Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Bandung

*Corresponding author: sirin.fairus@bakrie.ac.id

Abstract

*One of the substitute for sucrose is xylitol. Xylitol is a sweetener that has excellent properties for food development and pharmaceutical products. Xylitol can be obtained from the hydrolysis of xylan into xylose, and then converted into xylitol with fermentation by using *Candida tropicalis* yeast. Corn cob as agricultural waste is one important source of xylose because xylan content in range of 12.4 to 31.94%. The success of the fermentation reaction is influenced by several operating parameters, such as raw material type, the type of yeast used, the ratio of raw materials for fermentation reactions, temperature, pH conditions, and time. Xylitol production in this research was conducted through several stages such as pretreatment of raw material, hydrolysis, xylose treatment, and fermentation. Corn cobs were used as raw material for source of xylan. The variables of fermentation were time and temperature i.e 12, 24, 36, and 48 hours and 30, 34, and 37°C respectively. This research revealed that the optimum condition applied at 30°C and 48 hours with yield 0.558 g xylitol/g xylose. It showed that the effective growth of *Candida tropicalis* occur at 30°C and 48 hours.*

Keywords : xylan, xylose, xylitol, hydrolysis, fermentation

PENDAHULUAN

Di Indonesia masih banyak pemanis buatan/sintetis yang beredar dan digunakan sebagai pemanis dalam berbagai produk makanan dan minuman, salah satunya yang digunakan dalam beberapa produk minuman berenergi (Kompas, 1/2/2002). Beberapa pemanis buatan yang masih populer di Indonesia adalah sakarin, siklamat dan aspartam. Namun demikian, pemanis buatan banyak menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia. Secara umum xylitol dapat digunakan sebagai bahan pemanis alternatif. Pemanis jenis ini memiliki banyak keunggulan dibanding gula pasir (sukrosa).

Tongkol jagung merupakan bagian terbesar dari limbah jagung. Dari berat jagung bertongkol, diperkirakan 40-50% adalah tongkol jagung, ukuran dipengaruhi oleh varietas jagungnya. Oleh karena itu dapat diperkirakan untuk produksi jagung 13 juta ton (jagung pipilan) akan terjadi limbah tongkol jagung sekitar 10,6 juta ton/tahun.

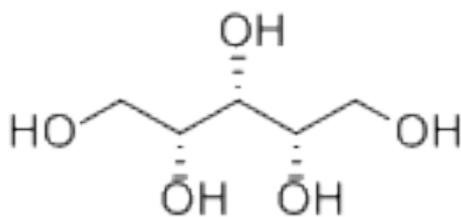
Berdasarkan hal tersebut perlu adanya perhatian dan penanganan untuk pemanfaatannya sehingga lebih bernilai guna. Tongkol jagung merupakan bahan berlignoselulosa (kadar serat 38,99%) yang mengandung xilan tertinggi (12,4%) dibanding limbah pertanian lain (Richana *et al.*, 2004). Data lain menunjukkan bahwa kadar xilan dari limbah industri pertanian berupa tongkol jagung bisa mengandung sampai 31,94% (Agustina, 2002). Dengan demikian ekstraksi xilan dari tongkol jagung diduga layak untuk dilakukan.

Xilan adalah hemiselulosa yang merupakan polimer dari pentosa atau xilosa dengan ikatan β -1,4 yang jumlah monomernya berkisar 150-200 unit (Sunna & Antranikian, 1997). Hemiselulosa sendiri merupakan polimer dari monomer gula (gula-gula anhidro) yang dapat dikelompokkan menurut penyusunnya yaitu heksosa (glukosa, manosa dan galaktosa), pentosa (xilosa, arabinopiranososa dan arabinofuranosa), asam

heksuronat (glukoronat, metilglukoronat dan galakturonat) dan deoksi heksosa (rhamnosa dan fruktosa). Rantai utama hemiselulosa dapat hanya terdiri atas satu macam monomer saja (homopolimer), misalnya xilan, atau dapat terdiri dua atau lebih monomer (heteropolimer), misalnya glukomanan (Kulkarni *et al.*, 1999).

Xilan dapat diproses menjadi gula xilitol melalui proses hidrolisis xilan menjadi xilosa, kemudian dihidrogenasi menjadi xilitol. Xilanase adalah enzim yang dapat menghidrolis xilan menjadi xilosa. Xilanase dapat dimanfaatkan untuk campuran pakan ternak, penjernih sirup, pembuatan gula xilosa dan bahan proses pemutih kertas (Beg *et al.*, 2001). Xilosa ini dapat dikonversi menjadi xilitol.

Xilitol, gula alkohol lima karbon, memiliki kekuatan yang sama seperti pemanis sukrosa. Xilitol dapat diproduksi dari hidrogenasi katalitik xilosa atau xilosa kaya hidrolisat hemiselulosa. Bahan kimia rute produksi memerlukan pemurnian luas untuk memenuhi standar makanan dan farmasi sehingga produk ini sangat mahal. Produksi mikroba belakangan ini lebih menarik karena pengolahan hilir diharapkan akan lebih murah (Rodrigues *et al.*, 1998; Winkelhausen & Kuzmanova, 1998). Struktur xilitol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur xilitol (Anonim, 2013)

Xilitol banyak digunakan untuk pasta gigi karena dapat menguatkan gigi dan bersifat anti caries. Dalam pengembangan bioproses xilan dimanfaatkan untuk substrat sumber karbon pada media pertumbuhan mikroba penghasil xilanase (Beg *et al.*, 2001).

Biokonversi dapat dilakukan dengan jamur, bakteri, ragi atau dimurnikan enzim dari mikroorganisme ini. Para produsen xilitol yang paling banyak dipelajari adalah

ragi, dengan strain dari genus *Candida* dan *Debaryomyces hansenii* menjadi produsen alami terbaik. Namun rute mikroba untuk produksi xilitol ramah lingkungan dan penelitian di bidang ini terus bertambah. Enzim utama untuk produksi xilitol dalam ragi adalah reduktase D-xilose yang, baik menggunakan NADH atau NADPH, mengurangi D-xilose ke xilitol, dan terutama, NAD-linked dehidrogenase xilitol yang reoksidasi xilitol untuk D - xilulosa. Akumulasi xilitol dalam ragi peka terhadap kondisi lingkungan seperti nutrisi, suhu, pH, inokulum dan aerasi substrat dengan dua terakhir menjadi penting untuk pertumbuhan ragi dan fermentasi. *Hemicellulosic hidrolisate* berasal dari kayu, terutama dari residu pertanian seperti gula tebu, tongkol jagung, gandum dan jerami padi yang digunakan sebagai bahan baku untuk produksi xilitol. Karena keberadaan komponen hambat, beberapa hidrolisat harus diperlakukan sebelum pemanfaatan mikroba (Parajo *et al.*, 1998a, Rodrigues *et al.*, 1998; Sene *et al.*, 2000).

Kemampuan lima strain ragi (terisolasi secara lokal) untuk memfermentasi xilosa menjadi xilitol diseleksi menggunakan hidrolisat tongkol jagung hidrolisat. Mikroba yang melakukan biokonversi xilosa menjadi xilitol adalah ragi, bakteri, serta fungi. Mikroorganisme terbaik dalam memproduksi xilitol adalah ragi terutama dari genus *Candida* (*C. guilliermondii*, *C. tropicalis*, *C. pelliculosu*, *C. parapsilosis*) dan genus lainnya seperti *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces* sp. dan *Penicillium* sp. *Candida tropicalis* terbukti menjadi produser terbaik. Efek dari kondisi kultur yaitu pH awal, sumber nitrogen dan konsentrasi ekstrak ragi pada produksi xilitol dapat dievaluasi. Kondisi untuk batch produksi xilitol, menggunakan *C. tropicalis* amobil sel ragi tumbuh dihidro jel pembawa kopolimer telah dioptimalkan. Efek suplementasi medium fermentasi dengan konsentrasi metabolik inhibitor yang berbeda (asam mono fluoro acetat atau asam monoc hloro asetat) dan metanol sebagai pengubah aktivitas produksi xilitol oleh sel amobil dipelajari. Dalam

pengulangan percobaan fermentasi secara batch (tiap *run* percobaan selama 4 hari), sel-sel amobil mempertahankan kemampuan mereka untuk menghasilkan hasil xilitol superior (48,5 gl/l) dengan menggunakan 10 mg % asam monofluoroacetic dan 1,5 ml % metanol untuk media fermentasi. Hasil juga

menunjukkan bahwa selama sekitar 5 minggu diulang modus batch dalam kondisi optimal, konsentrasi xilitol akhir menurun secara bertahap (El Batal & Salwa, 2004). Produksi xilitol oleh berbagai macam jenis ragi dari dari hidrolisat tongkol jagung setelah 4 hari dan pH awal 5.0 terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi xilitol oleh berbagai macam jenis ragi dari dari hidrolisat tongkol jagung setelah 4 hari dan pH awal 5.0 (El Batal & Salwa, 2004)

east strain	Konsumsi Xilosa	Konsentrasi Xilitol	Koefisien yield Xilitol
<i>C.boidinii</i>	37.2	11.7	0.32
<i>C.gulliermondii</i>	38.5	13.4	0.35
<i>C.tropicalis</i>	37.4	16.5	0.44
<i>Pichia farinose</i>	40.7	10.6	0.26
<i>Rhodotorula glutinis</i>	39.3	12.8	0.33

Tujuan umum penelitian ini adalah membuat xilitol dari tongkol jagung. Tujuan khususnya adalah menentukan kondisi terbaik yaitu dari variasi waktu dan temperatur fermentasi dikaitkan dengan rendemen campuran gula xilitol yang dihasilkan.

MATERIAL DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknik Kimia Kampus Itenas, Bandung pada tahun 2012-2013. Penelitian melalui beberapa tahap kegiatan, yaitu tahap pembuatan xilosa dan tahap pembuatan xilitol. Tahap pembuatan xilitol terdapat beberapa tahap, yaitu tahap inokulasi, tahap fermentasi dan tahap analisis kualitatif xilitol. Tahap hidrolisis dilakukan pada pH 5.5 dengan konsentrasi larutan H_2SO_4 0.1 N. Tahap fermentasi menggunakan jenis ragi *Candida tropicalis* dengan variabel waktu fermentasi 24, 48, 72 dan 96 jam serta temperatur fermentasi 28, 34, dan 38 °C.

Penelitian ini menggunakan alat utama berupa seperangkat alat fermentor seperti pada Gambar 2. Alat pendukung sebagai berikut: autoclave, labu erlenmeyer 1 oven,

Sampel dihidrolisis menggunakan *hydroclave* pada temperatur konstan yaitu 135°C selama 30 menit. Sampel disaring

aluminium foil, gelas ukur, corong, sentrifus, pompa vakum, ayakan, *hydroclave*, blender, pamarut, neraca digital, gelas kimia, pH meter, labu ukur, piknometer, cawan porselin, pisau, botol sampel. Bahan-bahan yang digunakan adalah tongkol jagung, larutan H_2SO_4 0.1 N, larutan NaOH 0,1 N, kertas saring, kapas berlemak dan air suling.

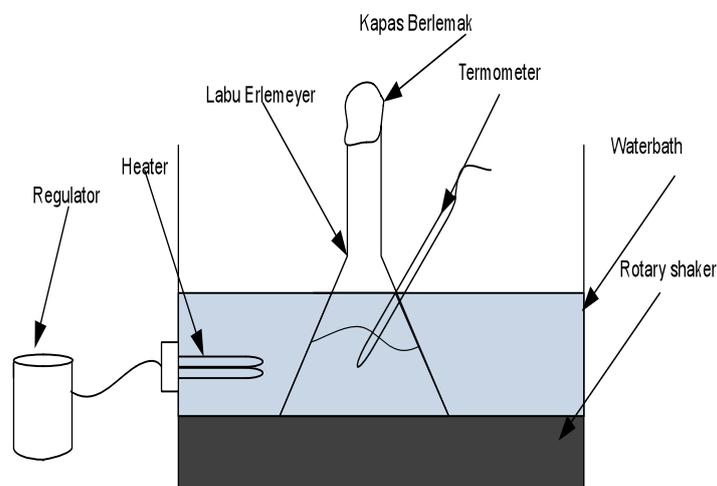
Cara kerja tahap pembuatan xilosa merujuk dan memodifikasi penelitian Octaviani dan Elsyah (2011). Perlakuan awal bahan baku dan hidrolisis dilakukan sebagai berikut, yaitu tongkol jagung dicuci kemudian dikeringkan di dalam oven pada temperatur 60°C sampai berat tongkol jagung tersebut konstan. Tongkol jagung dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ukuran 40 dan 50 mesh.

Tahap hidrolisis dimulai dengan penimbangan sebanyak 10 gram tongkol jagung, kemudian dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 ml. larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,1 N sebanyak 100 ml ditambahkan ke dalam labu erlenmeyer (rasio tongkol jagung terhadap larutan H_2SO_4 adalah 1:10 b/v). Sampel didiamkan dalam suhu kamar selama 12 jam.

menggunakan pompa vakum dengan mengambil hidrolisat berupa cairan. Hidrolisat ditambahkan larutan NaOH, diatur

pH samapai dengan 5,5. Sentrifugasi larutan dengan kecepatan putaran 6000 rpm dan waktu 20 menit. Hidrolisat diuapkan sampai dengan ½ volume awal dengan suhu 100°C.

Sample dianalisis untuk mengetahui kadar xilosa dengan menggunakan HPLC.



Gambar 2. Alat untuk proses fermentasi

Tahap fermentasi merujuk pada penelitian A Bou Zeid (2008). Setelah melakukan perkembangbiakan *C. tropicalis*, maka dilakukan tahap fermentasi untuk pembuatan xilitol. Media fermentasi berupa substrat (xilosa) disiapkan sebanyak 100 ml, kemudian disterilisasikan di dalam autoklaf pada temperatur 121°C dalam 15 menit. Substrat didiamkan hingga mencapai suhu kamar. Pipet seukuran yang sudah dibungkus dengan kertas koran disterilisasi menggunakan oven pemanggang pada suhu 170°C selama 1 jam. Sel ragi sebanyak 20 ml (10% dari total volume kerja 200 ml) dipipet dengan pipet seukuran yang sudah disterilisasi kemudian dimasukkan ke dalam fermentor. Media fermentasi digoyang-goyang dengan menggunakan shaker dengan kecepatan rotasi 120 rpm dan berbagai variasi waktu dan temperatur. Hasil fermentasi disentrifugasi untuk dipisahkan padatan dan cairannya pada kecepatan 600 rpm dalam waktu 20 menit. Analisis kuantitatif dengan menghitung rendemen campuran gula xilitol secara gravimetri dengan menimbang berat kering dari campuran gula xilitol dibandingkan dengan campuran gula xilosa sebagai bahan baku untuk menghitung rendemen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan xilosa

Konversi xilan menjadi xilosa menggunakan proses hidrolisis dengan katalis larutan H₂SO₄ 0,1 N yang bertujuan untuk memperoleh garam yang mengendap sehingga mudah dipisahkan. Pada hasil percobaan sebelumnya, penggunaan katalis hidrolisis memberi konversi hemiselulosa yang baik. Reaksi hidrolisis dilakukan pada temperatur 135°C, diharapkan pada keadaan ini reaksi berjalan sesingkat mungkin karena hal ini dapat mempengaruhi pembentukan produk samping hasil dari degradasi pentosa. Selama proses proses hidrolisis menggunakan larutan H₂SO₄ senyawa-senyawa yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme juga terbentuk, seperti furfural dan hidroksimetilfurfural (HMF).

Xilosa merupakan substrat yang digunakan untuk memproduksi xilitol. Konsentrasi substrat berpengaruh pada pertumbuhan sel dan pembentukan xilitol yang bervariasi terhadap spesies ragi. Konsentrasi xilosa antara 100-150 g/l dapat menghambat produksi xilitol karena adanya penimbunan hasil metabolisme. Kenaikan

konsentrasi xilosa akan menyebabkan penurunan kecepatan pertumbuhan organisme, kecuali aerasi ditingkatkan. Konsentrasi substrat yang rendah dapat menurunkan hasil produksinya karena substrat tersebut sebagian digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan sel.

Berdasarkan Tabel 2, substrat yang digunakan mempunyai kadar 40,18 g/l xilosa yang aman digunakan sebagai umpan dalam proses fermentasi karena tidak termasuk di antara konsentrasi yang dapat menghambat produksi xilitol.

Tabel 2. Data kadar xilosa dari tongkol jagung (Fairus, *et al.*, 2011)

No	Kandungan	Kadar (mg/kg)	Rata-Rata (mg/kg)	Kadar (g/L)
1.	Glukosa	20973,572 20967,294	20970.434	27,45
2.	Xilosa	30678,838 30705,996	30692.417	40,18
3.	Arabinosa	5699,852 5416,897	5558.375	7,28
4.	Hidroksimetilfulfural (HMF)	856,697 934,261	895.479	1,17

Pada Tabel 3 menunjukkan hasil hidrolisis analisis menunjukkan bahwa hidrolisis tongkol jagung menghasilkan produk utama berupa xilosa dan produk samping berupa arabinosa. Xilosa didapatkan dari hidrolisis hemiselulosa berupa xilan dan arabinosa didapat dari hidrolisis cabang rantai induk xilan. Selain arabinosa, produk samping yang biasa dihasilkan dari hidrolisis tongkol jagung yaitu glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa. Diketahui rendemen xilosa sebesar 0,633 yang didapat dari perbandingan berat kering hidrolisat dengan berat kering tongkol jagung sebesar 26,433 gram.

Tabel 3. Perbandingan rendemen campuran gula xilosa

No	Bahan Baku	Bahan Penghidrolisis	Kondisi Operasi	Rendemen (mg xilosa/g berat kering tongkol jagung)	Penelitian
1	Tongkol Jagung	H ₂ SO ₄	Waktu : 50 menit Temperatur : 121°C Konsentrasi H ₂ SO ₄ : 2,5% (v/v) Ratio bahan baku/ H ₂ SO ₄ :1:5 b/v	597,98	Oktaviani dan Elsyah, (2011)
2	Tongkol Jagung	H ₂ SO ₄	Waktu: 40 menit Temperature: 135°C Konsentrasi H ₂ SO ₄ : 0.1 N Ratio bahan baku/ H ₂ SO ₄ : 1:10 m/m	633,29	Fairus et al., (2011)

Dari Tabel 3 terlihat perbandingan campuran gula xilosa dari penelitian sebelumnya, diperoleh hasil rendemen tertinggi pada percobaan nomor 2 yaitu

sebesar 633,29 mg xilosa/g berat kering tongkol jagung. Kenaikan suhu operasi masih bisa menaikkan produk xilosa mengingat kandungan xilan pada tongkol jagung berkisar

12.4 to 31.94%, sehingga didapat tongkol jagung sebagai bahan baku yang baik untuk pembuatan xilosa. Hasil rendemen campuran gula pada percobaan 2 lebih besar daripada percobaan 1. Hal ini karena temperatur pada percobaan 2 lebih besar dari pada percobaan 1 yang menyebabkan pemutusan rantai pada xilan lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak monomer-monomer gula. Ukuran mesh yang lebih kecil yaitu 50 mesh menghasilkan ukuran butiran tongkol jagung yang lebih halus sehingga lebih banyak menghasilkan xilosa.

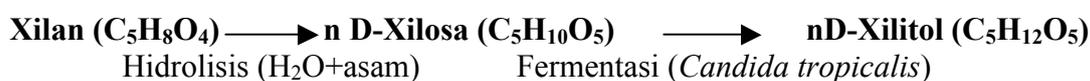
Fermentasi

Sebelum masuk ke tahap fermentasi, semua peralatan dan media yang digunakan disterilisasi terlebih dahulu untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme lain, adanya mikroorganisme lain yang tidak diinginkan dapat menghambat pertumbuhan karena terjadi kompetisi untuk merebutkan nutrisi yang terdapat dalam media. Media pertumbuhan mengandung ekstrak khamir, ekstrak malt, bakto pepton, dan glukosa. Glukosa pada media digunakan sebagai sumber karbon. Ekstrak khamir terbuat dari ragi pengembang roti atau pembuat alkohol yang mengandung asam amino dan vitamin B kompleks. Adanya bakto pepton dan ekstrak khamir dalam media berperan dalam memenuhi kebutuhan material sel untuk metabolime sel khamir.

Pada proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, temperatur,

aerasi, konsentrasi substrat, dan konsentrasi kosubstrat (Parajo *et al.*, 1998). Nilai pH yang digunakan 5.5 yang termasuk di antara nilai pH yang baik untuk *Candida* sp. yaitu 4-6. Aerasi merupakan faktor yang penting karena ketersediaan oksigen di dalam media dapat mempengaruhi pertumbuhan khamir, kecepatan pengambilan substrat, dan kecepatan pembentukan produk.

Penelitian ini menggunakan ragi jenis *C. tropicalis* yang merupakan jenis ragi terbaik untuk mengonversi xilosa menjadi xilitol. Hasil penelitian Anggraeni (2011) konversi xilitol dengan menggunakan *C. tropicalis* mendapatkan konsentrasi xilitol 12.08 g/l. Xilosa dengan nilai rendemen 555,1 mg xilosa/g tongkol jagung digunakan pada media fermentasi sebagai substrat yang dapat langsung direduksi menjadi xilitol. Kadar xilosa yang didapat dari tahap sebelumnya didukung dengan adanya glukosa pada media fermentasi yang berfungsi sebagai ko-substrat. Adanya ko-substrat bertujuan agar xilitol yang dihasilkan tidak dimetabolisme lebih lanjut oleh *C. tropicalis*, baik untuk pertumbuhan atau sebagai sumber ko-enzim serta sumber energi. Adanya glukosa dapat digunakan oleh *C. tropicalis* sebagai ekuivalen reduksi (NADH/NADPH) yang diperlukan untuk mereduksi xilosa menjadi xilitol untuk pemeliharaan serta pertumbuhan sel.



Analisis xilitol

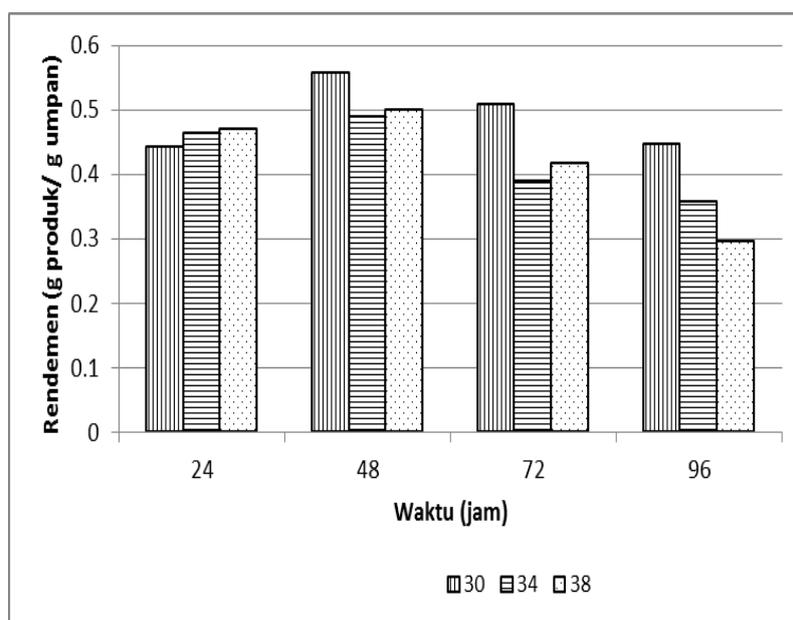
Pada penelitian ini, perlakuan terhadap percobaan menggunakan temperatur dan waktu fermentasi yang berbeda-beda (variabel). Sedangkan untuk konsentrasi substrat, pH, jumlah dan jenis ragi dibuat tetap (parameter). Rendemen campuran gula pada penentuan kadar xilitol didapat dari

perhitungan berat kering dari cairan hasil fermentasi yang dihilangkan kadar airnya pada suhu 100 °C. Analisis xilitol terbentuk dilakukan dengan menghitung rendemen campuran gula dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut didapat 3 rendemen campuran gula terbaik yaitu 0,558; 0,508; dan

0,500 dengan kondisi terbaik pada temperatur 30 °C dan waktu fermentasi 48 jam.

Tabel 4. Rendemen campuran gula

Waktu (jam)	T (°C)	Berat produksi 100 ml (gram)	Berat kering (gram)	Berat kering campuran gula xilitol (g)	Rendemen (g campuran gula xilitol/ g campuran gula xilosa)
24	30	104.667	7.768	7.383	0.443
48		104.53	9.69	9.305	0.558
72		104.192	8.867	8.482	0.508
96		105.09	7.842	7.457	0.447
24	34	103.676	8.148	7.763	0.465
48		103.942	8.557	8.172	0.490
72		103.68	6.893	6.508	0.390
96		102.508	6.345	5.960	0.357
24	38	103.438	8.223	7.838	0.470
48		103.402	8.708	8.323	0.500
72		103.237	7.342	6.957	0.417
96		103.74	5.316	4.931	0.296



Gambar 3. Hubungan perolehan campuran gula sebagai fungsi temperatur dalam berbagai waktu fermentasi

Pengaruh temperatur fermentasi terhadap produksi campuran gula xilitol

Gambar 3 menyajikan grafik hubungan perolehan campuran gula sebagai fungsi temperatur dalam berbagai waktu fermentasi. Jika dilihat dari grafik, pada pH

tetap yaitu 5,5 dengan temperatur fermentasi pada 30 °C, 34 °C, dan 38 °C rendemen campuran gula menurun seiring dengan semakin tingginya temperatur. Hasil yang terbaik terjadi pada temperatur 30 °C dengan waktu fermentasi 48 jam. Hal ini disebabkan

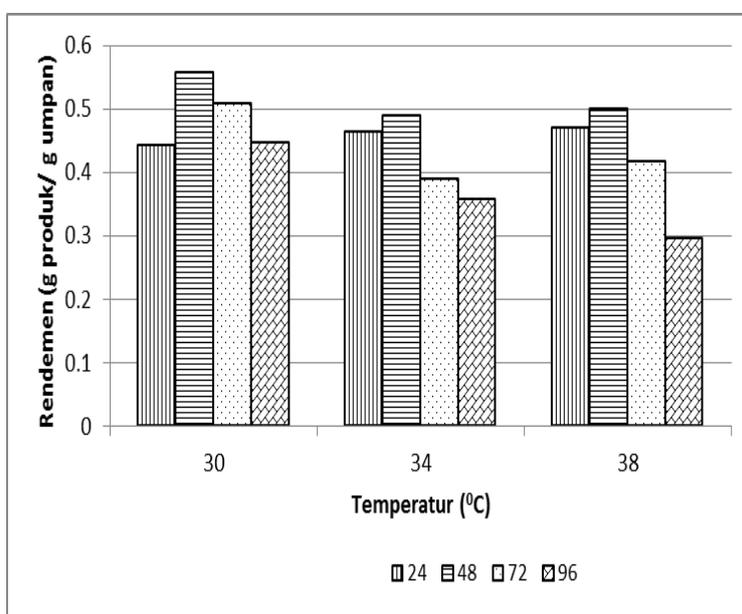
suhu optimum biasanya antara 27-30 °C. Sedangkan pada suhu 34-40 °C hasil rendemen campuran gula cenderung konstan. Pada temperatur 40 °C pertumbuhan dari *C. tropicalis* berhenti (Anggraeni, 2011). Oleh karena itu temperatur 30 °C merupakan temperatur optimum untuk proses fermentasi. Jumlah dari xilosa yang terkonversi menurun seiring dengan meningkatnya temperatur.

Pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi campuran gula xilitol

Dari Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan rendemen campuran gula sebagai fungsi waktu dalam berbagai waktu

Berdasarkan data rendemen campuran gula yang digunakan untuk temperatur fermentasi optimum ditetapkan suhu 30 °C sebagai waktu yang efisiensi untuk melakukan konversi xilitol melalui fermentasi. Nilai rendemen secara berturut-turut 0,443; 0,558; 0,508; dan 0,447 pada waktu 24, 48, 72 dan 96 jam.

temperatur. Jika dilihat dari gambar di atas diketahui volume bahan baku 100 ml dengan konsentrasi *Candida tropicalis* 20% bahan baku dan pH 5.5 pada waktu fermentasi 24, 48, 72, dan 96 jam.



Gambar 4. Hubungan rendemen campuran gula sebagai fungsi waktu dalam berbagai waktu temperatur

Pada Gambar 4 kandungan campuran gula terbaik diperoleh pada waktu 48 jam proses fermentasi konversi xilitol dari xilosa menggunakan ragi jenis *Candida tropicalis*. Berdasarkan Gambar 4 pada waktu 48 jam menuju 96 jam mengalami penurunan rendemen campuran gula. Hal ini disebabkan karena setelah 48 jam kandungan xilosa sudah semakin menipis dan xilosa juga dipakai sebagai bahan nutrisi untuk *Candida tropicalis*. Hasil penelitian lainnya dari Anggraeni (2011) menyatakan bahwa pada waktu 96 jam konsentrasi xilitol mengalami

penurunan. Menurut Winkelhausen dan Kuzmanova (1998), pada saat sumber karbon terbatas, *Candida tropicalis* akan mengkonsumsi xilitol yang telah diproduksi karena menurunnya kandungan xilosa. Sedangkan pada waktu fermentasi 24 jam xilosa yang ada belum seluruhnya terkonversi menjadi xilitol oleh *Candida tropicalis*.

Berdasarkan data rendemen campuran gula yang digunakan untuk waktu fermentasi optimum ditetapkan waktu 48 jam sebagai waktu yang efisien untuk melakukan konversi xilitol melalui fermentasi dengan nilai

rendemen secara berturut-turut 0,558; 0,490; dan 0,500 dengan temperatur 30°C, 34°C dan

38°C.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini berdasarkan hasil percobaan adalah sebagai berikut:

1. Rendemen xilitol meningkat sampai waktu 48 jam dan selanjutnya terus menurun hingga pada waktu 96 jam.
2. Semakin tinggi temperatur, rendemen xilitol akan semakin menurun
3. Rendemen xilitol terbaik didapat pada temperatur 30°C dan waktu 48 jam dengan perolehan 0.558 g xilitol/g xilosa.

SARAN

1. Melakukan analisis kandungan xilosa dan xilitol dengan menggunakan HPLC atau dengan metode kualitatif yang lain.
2. Menggunakan metode lain untuk melakukan proses fermentasi seperti hidrogenasi dan membandingkannya dengan hasil penelitian yang menggunakan fermentasi

DAFTAR PUSTAKA

- A Bou Zeid, A. A., Mohie Z., El-fouly, Yehia, A. D. & El Zawahry. (2008). Bioconversion of rice straw xylose to xylitol by a local strain of *Candida tropicalis*. *Journal of Applied Science Research* V4(8), 975-986.
- Anonim. (2013). Xylitol. http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_DE_CB1353242.html. (diakses 19 November 2013)
- Anggraeni, A. S. (2011). Produksi xilitol pada hidrolisat ampas tebu oleh sel amobil *Candida tropicalis* dan *Candida guilliermondii*. Departemen Biokimia. Fakultas MIPA. IPB-Bogor.
- Agustina, S. W. (2002). Penetapan kadar xilan dari beberapa limbah industri pertanian dengan menggunakan metoda kromatografi cair kinerja tinggi. Skripsi. Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila. Jakarta.
- Beg, Q.K., Kapoor, M., Mahajan, L., & G.S. Hoondal. (2001). Microbial xylanases and their industrial applications ; a *Rev. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 56, 326-338.
- El Batal, Ahmed I. & Salwa A. K. (2004). Xylitol Production from corn cobs hemicellulosic hydrolysate by *Candida tropicalis* immobilized cells in hydrogel opolymer Carrier. *International J. Agri Biol.* 6(6), 1066-1073.
- Fairus, S., Rhyma O. D., Elsy D., & Aditya S. N. (2011). Pembuatan xilosa sebagai bahan dasar pemanis buatan xilitol dari tongkol jagung. Prosiding SNTK TOPI. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Kulkarni, N. A. Shendye, & Rao, M. (1999). Molecular and biotechnological aspects of xylanase. *FEMS Microbiol. a Rev.* 23, 411-456.
- Octaviany, R. D. & Eslya, D. (2011). Pembuatan Xilosa Sebagai Pemanis Buatan Dari Tongkol Jagung. Skripsi. Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- Parajo, J. C., Dominguez, H., & JM Dominguez. 1998a. Produksi bioteknologi xylitol. Bagian 2: Operasi dalam media kultur dibuat dengan sugars. *Biores komersial. Technology.* 65, 203-12.
- Parajo, JC , Dominguez, H. & Dominguez, J.M. (1998b). Produksi bioteknologi xylitol . Bagian 3 : Operasi dalam media kultur terbuat dari hidrolisat lignoselulosa. *Biores Technology.* 66, 25-40.
- Richana, N., Lestina, P. & Irawadi, T. T. (2004). Karakterisasi lignoselulosa: xilan dari limbah tanaman pangan dan pemanfaatannya untuk pertumbuhan bakteri RXA III-5 penghasil xilanase. *J. Penelitian Pertanian.* 23(3), 171-176.

- Rodrigues, D.C.G.A., Silva, S.S., Prata, M.R. & Felipe, M.G.A. (1998). Biotechnological production of xylitol from agroindustrial residues evaluation bioprocesses. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 70(72), 869–875.
- Sene, L., Vitolo, M., Felipe, M. G. A. & Silva, S. S. (2000). Pengaruh kondisi lingkungan pada xylose reduktase dan produksi dehidrogenase xylitol oleh *Candida guilliermondii*. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 84(86), 371-380.
- Sunna, A. & Antranikian, G. (1997). Xylanolytic enzyme from fungi and bacteria. *Crit. Rev. in Biotechnol.* 17(1), 39-67.
- Winkelhausen, E. & Kuzmanova, S. (1998). Microbial conversion of D- xylose to xylitol. *J. Ferment. Bioeng.* 86, 1–14.