

## Optimalisasi Hidrolisis Sukrosa Menggunakan Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat

Abd. Rahman Razak<sup>1</sup>, Ni Ketut Sumarni<sup>2</sup> Basuki Rahmat<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako, Palu

<sup>2</sup>Lab. Kimia Fisik, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako, Palu

### ABSTRACT

Optimization of sucrose hydrolysis has been investigated by using a sulfonic type cation exchange. The aim of investigation are to find out the effect of resin concentration, agitation time and the recycling of resin without ion exchange treatment with optimum condition for the effectiveness of resin as catalys in hydrolysis of sucrose 70%. The result, there were obtained that the optimum condition in hirolysis of sucrose occurred at 30 grams of resin and agitation time at 16 hours, the product of sugar invert was 833.810 mg or 1.132%. The recycled of resin without ion treatment on the optimum condition as catalys in hidrolisis sucrose affected to the reduction of resin effectiveness. From Duncan's test, the best effectiveness recycling of resin without ion treatment on the optimum condition are four time.

Key words: *Hydrolysis, Sukrposa, Cation Exchange Resin Sulfonate Type.*

### ABSTRAK

Optimasi hidrolisis sukrosa telah diteliti menggunakan resin penukar kation tipe sulfonat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi resin, waktu pengocokkan dan penggunaan ulang resin pada kondisi optimum tanpa regenerasi terhadap tingkat efektivitas resin sebagai katalis dalam hidrolisis sukrosa 70%. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi optimum hidrolisis sukrosa pada penggunaan resin 30 gram dengan waktu pengocokkan 16 jam, produk gula invert yang dihasilkan sebanyak 833,810 mg atau 1,132%. Penggunaan ulang resin tanpa regenerasi pada kondisi optimum sebagai katalis dalam hidrolisis sukrosa mengakibatkan penurunan efektivitas resin. Dari hasil uji Duncan's, efektivitas terbaik penggunaan ulang resin tanpa regenerasi adalah sebanyak empat kali.

Kata kunci : *Hidrolisis, Sukrosa, Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat*

## PENDAHULUAN

Gula invert adalah gula yang mengandung glukosa dan fruktosa dengan jumlah sama (*equimolar*) yang banyak digunakan dalam industri pangan dan farmasi. Dalam industri pangan gula invert digunakan sebagai pemanis, pemberi aroma dan pengawet olahan pangan. Sedangkan dalam industri farmasi, gula invert digunakan sebagai pemanis pada obat bentuk sirup.

Gula invert dihasilkan dari hidrolisis sukrosa baik secara enzimatik maupun secara kimia dengan katalis asam bebas. Hidrolisis sukrosa secara enzimatik menghasilkan gula invert yang jernih dan bermutu tinggi, tetapi proses produksinya memerlukan biaya yang tinggi karena harga enzim mahal. Potensi penggunaan enzim invertase amobil untuk meminimalkan biaya pada produksi gula invert juga telah diteliti. Hasanah dkk (2009) menyimpulkan bahwa karakteristik ekstrak kasar enzim invertase dari sel ragi roti yang diamobilisasi oleh natrium alginat mampu mempertahankan stabilitas aktivitas katalitik enzim dari keadaan lingkungan yang tidak diinginkan. Namun pada penggunaan berulang yang berlanjut terjadi penurunan aktivitas enzim invertase yang disebabkan oleh rusaknya sistem penjerat. Selain itu amobilisasi enzim mengakibatkan penurunan aktivitas enzim akibat terhalangnya sebagian pusat aktif enzim oleh bahan penjerat dan enzim amobil yang telah digunakan tidak bisa diregenerasi untuk pemulihan aktivitas enzim. Sedangkan hidrolisis dengan katalis asam menghasilkan campuran yang mengandung kelebihan asam sehingga perlu dinetralkan sebelum digunakan, larutan yang dihasilkan juga kurang jernih atau keruh. Menurut Chafied dkk (1991) pemanasan larutan gula yang umum dilakukan pada saat hidrolisis sukrosa menggunakan katalis asam dapat mengakibatkan terjadinya perubahan warna larutan akibat terbentuknya hidroksimetil furfural akibat dehidrasi fruktosa.

Pemanfaatan sifat asam dari resin penukar kation tipe sulfonat sebagai katalis telah lama diteliti. Moore *et al* (1953) menggunakan Dowex 50 sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis lemak. Cebe *et al* (2006) menyimpulkan bahwa amberlyst-15 merupakan katalis yang efektif dalam reaksi esterifikasi asam propionat dan n-amil alkohol dibandingkan dengan Dowex 50 dan Amberlite IR 120. Noggle (1953) menggunakan Dowex 50 sebagai katalis hidrolisis sukrosa dari ekstrak tomat, tembakau dan gandum. Ulfa (2008) menggunakan *kombinasi kation (IR-120) dan anion (IRA 96 / IRA 900) dalam pembuatan sirup gula invert dari nira tebu. Penggunaan resin dalam suatu larutan air akan mengakibatkan penurunan massa resin yang sangat kecil, karena resin memiliki kelarutan yang rendah dalam air. Oleh karena itu untuk mengetahui efektivitas penggunaan resin penukar kation tipe sulfonat sebagai katalis*

dalam hidrolisis sukrosa maka tingkat efektivitas penggunaan ulang tanpa regenerasi pada kondisi optimum dari resin perlu ditentukan. Penggunaan ulang resin penukar kation tipe sulfonat tanpa regenerasi sebagai katalis dalam hidrolisis sukrosa akan mengurangi biaya produksi gula invert. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi resin penukar kation tipe sulfonat dan waktu pengocokkan terhadap kadar gula invert hasil hidrolisis sukrosa pada suhu ruang serta untuk mengetahui pengaruh penggunaan ulang tanpa regenerasi resin penukar kation tipe sulfonat sebagai katalis dalam hidrolisis sukrosa pada kondisi optimum.

## **BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sukrosa (gula kristal putih), resin penukar kation tipe sulfonat jenis Amberlite IRC 127, glukosa monohidrat, aluminium foil, kertas saring, pereaksi Nelson, pereaksi Arsenomolybdat dan akuades.

Peralatan yang digunakan terdiri dari neraca analitik (adventurer), *shaking bath* (Heildoph), spektrometri 20 (Unico), batang pengaduk, pH meter (Lamotte), *hot plate*, rak tabung, tabung reaksi, botol semprot, gelas ukur, tagung reaksi, erlenmeyer, pipet volum, pipet tetes, corong dan sendok zat.

### **Rancangan Penelitian**

Rancangan penentuan kondisi optimum hidrolisis sukrosa dirancang menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial yang terdiri atas 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi resin atas dasar berat resin / 100 ml volume larutan sukrosa 70% (b/v) dengan 5 variasi yakni 0 gram ( $A_1$ ), 10 gram ( $A_2$ ), 20 gram ( $A_3$ ), 30 gram ( $A_4$ ) dan 40 gram ( $A_5$ ). Faktor kedua adalah waktu pengocokkan yang terdiri atas 5 variasi yakni 1 jam ( $B_1$ ), 2 jam ( $B_2$ ), 4 jam ( $B_3$ ), 8 jam ( $B_4$ ) dan 16 jam ( $B_5$ ). Dengan demikian diperoleh 25 kombinasi perlakuan dengan pengulangan perlakuan dilakukan sebanyak dua kali. Selanjutnya dari hasil perlakuan ditentukan satu kombinasi massa resin dan waktu pengocokkan yang menghasilkan kondisi optimum dengan parameter kadar gula invert yang terukur menggunakan metode Nelson-Somogyi. Untuk menentukan kondisi optimum dilakukan dengan uji statistik. Kondisi optimum yang diperoleh digunakan secara berulang dalam hidrolisis sukrosa menggunakan katalis resin Amberlite IRC 127 tanpa regenerasi sebanyak 10 kali penggunaan dengan pengulangan perlakuan sebanyak dua kali, untuk menentukan perbandingan efektivitas resin pada masing-masing tahapan dilakukan dengan uji statistik terhadap kadar gula invert yang dihasilkan. Untuk mengetahui perubahan pH larutan pada larutan gula sebelum dan sesudah pengocokkan dilakukan pengukuran pH menggunakan pH meter, hasil

yang diperoleh ditampilkan dalam histogram untuk melihat hubungan perubahan pH larutan selama penggunaan ulang resin tanpa regenerasi dilakukan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini diawali pembuatan larutan sukrosa 70% (b/v), tahap kedua penentuan kondisi optimum hidrolisis sukrosa pada suhu ruang dan tahap ketiga penentuan efektivitas penggunaan ulang tanpa regenerasi resin Amberlite IRC 127 pada kondisi optimum dalam hidrolisis sukrosa.

#### **A. Pembuatan Larutan Sukrosa 70% (b/v)**

Sebanyak 70 gram sukrosa dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan aquadest sampai volume campuran mendekati 100 ml, kemudian dikocok pada mesin agitasi sampai larut sempurna. Selanjutnya larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml untuk diencerkan dengan aquadest sampai tanda batas.

#### **B. Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisis Sukrosa pada Suhu Ruang**

Resin Amberlite IRC 127 yang telah ditimbang disuspensikan dengan 100 ml aquadest dalam erlenmeyer dan dikocok selama 5 menit, selanjutnya resin dipisahkan dengan cara penyaringan. Reaksi hidrolisis dilakukan dengan cara mencampurkan resin dan 100 ml larutan sukrosa 70% (b/v) dalam erlenmeyer dengan massa resin masing-masing 0 gram (A<sub>1</sub>), 10 gram (A<sub>2</sub>), 20 gram (A<sub>3</sub>), 30 gram (A<sub>4</sub>) dan 40 gram (A<sub>5</sub>). Selanjutnya dilakukan pengocokkan pada kecepatan 200 rpm dengan variasi waktu 1 jam (B<sub>1</sub>), 2 jam (B<sub>2</sub>), 4 jam (B<sub>3</sub>), 8 jam (B<sub>4</sub>) dan 16 jam (B<sub>5</sub>). Setelah diagitasi dilakukan pemisahan filtrat dan analisis kadar gula invert yang dihasilkan dengan metode Nelson-Somogyi. Kondisi optimum hidrolisis sukrosa ditentukan berdasarkan kemampuan resin menghasilkan gula invert dengan jumlah tertinggi.

#### **C. Penentuan Efektivitas Penggunaan Ulang Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat Tanpa Regenerasi pada Kondisi Optimum dalam Hidrolisis Sukrosa**

Penentuan efektivitas penggunaan ulang resin tanpa regenerasi pada kondisi optimum, dilakukan dengan mengukur kadar gula invert yang dihasilkan dari hidrolisis larutan sukrosa pada setiap penggunaan ulang. Penggunaan ulang dilakukan sebanyak 10 kali secara duplo, pengocokkan suspensi resin dalam aquadest dilakukan sebelum digunakan dengan cara yang sama pada penentuan kondisi optimum hidrolisis sukrosa. Pengukuran pH larutan sukrosa dilakukan menggunakan pH meter pada setiap penggunaan ulang resin sebelum dan sesudah pengocokkan.

#### **D. Penetapan Kadar Gula Invert dengan Metode Nelson-Somogyi (Evariani, 2010).**

### **D.1 Penyiapan Kurva Standar**

Kurva standar dibuat dengan mengukur absorbans larutan glukosa standar pada panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan mengukur serapan larutan standar 60 ppm pada panjang gelombang 500 – 800 nm. Larutan glukosa standar dibuat dengan cara melarutkan 110 mg glukosa monohidrat dalam 100 ml aquadest, selanjutnya dari larutan tersebut diencerkan sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi ; 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ppm. Masing-masing konsentrasi larutan diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, selanjutnya ditambahkan 1 ml pereaksi Nelson. Selanjutnya semua tabung dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit. Tabung didinginkan bersama-sama dalam gelas piala yang berisi air dingin, setelah dingin ditambahkan 1 ml pereaksi Arsenomolybdat, campuran dikocok sampai semua endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang ada larut kembali. Setelah larut ditambahkan 7 ml aquadest, selanjutnya absorbans masing-masing larutan diukur pada panjang gelombang maksimum. Untuk blanko digunakan aquadest 1 ml dengan perlakuan yang sama pada persiapan larutan glukosa standar.

### **D.2 Penentuan Kadar Gula Invert Sampel**

Sebanyak 1 ml larutan gula hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 1 ml pereaksi Nelson, selanjutnya dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit kemudian didinginkan dalam gelas piala yang berisi air dingin. Setelah dingin ditambahkan 1 ml pereaksi Arsenomolybdat dan dikocok sampai semua endapan  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang ada larut kembali, selanjutnya ditambahkan 7 ml aquadest. Larutan dipindahkan ke dalam kuvet, absorbans larutan diukur pada panjang gelombang maksimum. Kadar gula invert sampel yang telah diencerkan ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi absorbans larutan standar.

### **Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dari penentuan kondisi optimum hidrolisis sukrosa dan penggunaan ulang resin tanpa regenerasi pada kondisi optimum diolah dengan menggunakan ANOVA (*Analisis of Variance*) pada taraf signifikan 5 %, jika hasil yang diperoleh memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar gula invert yang dihasilkan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Penentuan Gula Invert dengan Metode Nelson-Somogyi

Penentuan gula invert dengan metode Nelson – Somogyi merupakan analisis spektrofotometri metode kurva kalibrasi, sehingga tahapan awal dimulai dengan pembuatan kurva standar yang dibuat dengan mengukur absorbans larutan standar pada panjang gelombang maksimum (740 nm).

Penentuan gula pereduksi dengan metode Nelson-Somogyi diawali dengan terjadinya reduksi komponen pereaksi Nelson oleh glukosa. Ion tembaga(II) dari pereaksi Nelson akan tereduksi oleh glukosa menjadi tembaga(I). Pemanasan campuran sampel dengan pereaksi Nelson dimaksudkan untuk mempercepat reaksi dan mempertegas warna yang menunjukkan adanya gula pereduksi, adanya gula pereduksi teridentifikasi dengan adanya endapan merah bata yang berasal dari tembaga(I) oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) (Hafimi, 2009). Pemanasan larutan dalam tahapan ini tidak menyebabkan peningkatan kadar gula invert karena larutan dalam kondisi basa encer, sehingga sukrosa yang terdapat dalam larutan stabil selama pemanasan (Craine dkk, 2003). Hasil reaksi pada tahapan ini menghasilkan senyawa yang berwarna merah bata, namun senyawa tersebut tidak dapat digunakan secara langsung dalam analisis kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri. Hal ini disebabkan senyawa tersebut cenderung berupa endapan, sehingga campuran tidak homogen. Campuran antara pereaksi Nelson dan sampel yang telah diencerkan juga memungkinkan terjadinya oksidasi fruktosa menghasilkan produk yang sama pada oksidasi glukosa. Hal ini disebabkan sifat basa pereaksi Nelson hasil hidrolisis parsial (anion) beberapa garam komponen pereaksi tersebut. Adanya sifat basa larutan pereaksi Nelson memungkinkan fruktosa berada dalam kesetimbangan dengan glukosa dan manosa, oleh karena itu fruktosa dalam gula invert juga diukur sebagai gula pereduksi. Oksidasi gula invert oleh pereaksi Nelson secara keseluruhan menghasilkan asam glukonat (Fessenden dkk, 1999).

Pendinginan campuran antara sampel dan pereaksi Nelson setelah pemanasan dilakukan dengan merendam tabung reaksi dalam air dingin, selanjutnya ditambahkan pereaksi Arsenomolibdat. Pada tahapan kedua, penambahan pereaksi Arsenomolibdat mengakibatkan terjadinya oksidasi ion tembaga(I) menjadi tembaga(II) yang disertai terbentuknya kompleks molibdenum berwarna biru kehijauan, semakin tinggi kadar gula invert semakin pekat intensitas warna hijau larutan (Hafimi, 2009). Komplek molibdenum diukur dengan spektrofotometer pada 740 nm, konsentrasi kompleks molibdenum yang terukur sebanding dengan kadar gula invert dalam larutan. Komponen warna dari pereaksi Nelson-Somogyi ikut

mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang 740 nm, oleh karena itu blanko yang digunakan dalam analisis spektrofotometri harus menggunakan pereaksi tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan adanya peningkatan absorbans yang terukur oleh instrumen yang berasal dari warna senyawa yang tidak diharapkan, yang mengakibatkan penurunan akurasi pengukuran.

## **2 Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisis Sukrosa Dengan Katalis Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat**

Gula invert relatif lebih asam dibandingkan dengan sukrosa, sehingga terbentuknya gula invert relatif meningkatkan keasaman larutan dan dapat memicu hidrolisis sukrosa. Namun hidrolisis sukrosa tanpa menggunakan katalis sangat tidak efektif, karena hidrolisis sukrosa berlangsung lambat. Dari penelitian ini, perbandingan kadar gula invert hasil hidrolisis sukrosa selama pengocokkan larutan gula yang menggunakan dan tidak menggunakan resin Amberlite IRC 127 menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik, sehingga resin yang digunakan efektif sebagai katalis.

Peningkatan penggunaan massa resin dalam larutan gula meskipun tidak mengakibatkan peningkatan konsentrasi  $H^+$  dalam fase resin namun mengakibatkan peningkatan pusat aktif katalis dalam larutan, sehingga tingkat keasaman larutan meningkat dan dapat memicu dehidrasi gula invert (Chafied dkk, 1991). Dari hasil uji *Duncan's* pengaruh faktor utama massa resin diperoleh informasi bahwa massa resin optimum adalah 30 gram ( $A_4$ ), meskipun pada penggunaan massa resin 40 gram ( $A_5$ ) jumlah rata-rata gula invert yang dihasilkan lebih banyak, namun secara statistik tidak memberikan perbedaan yang nyata sehingga penggunaan massa resin pada kondisi tersebut dianggap tidak efisien. Penurunan efektivitas resin pada penggunaan massa resin 40 gram kemungkinan besar disebabkan oleh terjadinya dehidrasi gula invert. Hubungan massa rata-rata gula invert yang dihasilkan selama hidrolisis untuk faktor utama massa resin ditunjukkan oleh gambar 1.

Selain faktor massa resin, waktu pengocokkan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi rendemen gula invert hasil hidrolisis (Chafied dkk, 1991). Hasil analisis statistik pengaruh faktor utama waktu pengocokkan diperoleh informasi bahwa peningkatan faktor utama waktu pengocokkan (faktor B) mengakibatkan peningkatan massa gula invert yang signifikan. Pengaruh variasi faktor utama waktu pengocokkan yang diterapkan tidak menunjukkan adanya penurunan efektivitas resin sebagai katalis dalam produksi gula invert. Oleh karena itu pengocokkan pada waktu yang lebih lama dari 16 jam dengan menggunakan massa resin kurang dari 40 gram masih memungkinkan diperoleh gula invert yang lebih tinggi. Namun penggunaan waktu pengocokkan yang terlalu lama menjadikan proses

hidrolisis yang dilakukan tidak efisien pada skala industri, sehingga peningkatan faktor waktu pengocokkan yang lebih lama dianggap tidak efektif. Hubungan massa rata-rata gula invert (mg) yang dihasilkan selama hidrolisis untuk faktor utama waktu pengocokkan ditunjukkan oleh gambar 2.

Pada temperatur dan konsentrasi sukrosa tetap, laju reaksi hidrolisis sukrosa hanya dipengaruhi oleh konsentrasi katalis (Risvan, 2009). Namun adanya mekanisme dehidrasi gula invert karena pengaruh waktu pengocokkan dan keasamaan larutan, maka kedua faktor tersebut bersama-sama memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar gula invert. Dari hasil analisis varian kombinasi faktor massa resin dan faktor pengocokkan diperoleh adanya interaksi antara kedua faktor tersebut. Adanya interaksi kedua faktor tersebut terlihat dari perbandingan kurva hubungan massa gula invert (mg) dengan massa resin untuk setiap waktu pengocokkan yang digunakan. Dari kurva yang dihasilkan diperoleh model kurva yang tidak sejajar, hal ini mengindikasikan adanya interaksi kedua faktor tersebut (Anonim, 2007). Kurva hubungan antara massa gula invert hasil hidrolisis sukrosa 70 % (b/v) dan massa resin pada setiap waktu pengocokkan ditunjukkan pada gambar 3.

Adanya interaksi kedua faktor tersebut juga terlihat dari perbandingan kurva hubungan massa gula invert (mg) dengan waktu pengocokkan untuk setiap massa resin yang digunakan, pola kurva yang tidak sejajar mengindikasikan adanya interaksi kedua faktor tersebut terhadap perolehan gula invert dan terlihat pada gambar 4.

Dalam hidrolisis sukrosa, konsentrasi asam dan waktu reaksi merupakan faktor yang dapat meningkatkan jumlah sukrosa yang terhidrolisis tetapi juga dapat menurunkan kadar gula invert. Kedua faktor tersebut dapat memicu terbentuknya hidroksimetilfurfural dari gula invert hasil hidrolisis (Chafied dkk, 1991). Oleh karena itu, persentase gula invert yang diperoleh tidak dapat digunakan untuk menentukan jumlah total sukrosa yang terhidrolisis, karena adanya kemungkinan dehidrasi glukosa atau fruktosa sebagai reaksi lanjutan. Persentase gula invert hanya mempresentasikan kadar gula invert yang diperoleh pada masing-masing kondisi reaksi dan bukan persentase sukrosa yang terhidrolisis. Kondisi optimum hidrolisis sukrosa menggunakan katalis resin penukar kation tipe sulfonat ditentukan dari jumlah gula invert yang dihasilkan, kondisi optimum hidrolisis sukrosa diperoleh pada konsentrasi resin 30 gram dengan lama waktu pengocokkan 16 jam. Massa gula invert yang dihasilkan mencapai 833,810 mg atau 1,132 % (b/b) dari total massa sukrosa yang digunakan yakni 70 gram. Persentase gula invert hasil hidrolisis sukrosa 70% (b/v) pada berbagai kondisi perlakuan ditunjukkan pada tabel 1.

Kadar gula invert yang dihasilkan pada kondisi optimum masih lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh Ulfa (2008) yang menggunakan kombinasi resin penukar kation kuat (IR 120 plus) dengan resin penukar anion lemah (IRA 96) mampu menghasilkan gula invert pada kondisi optimum sebanyak 0,355% dan kombinasi resin penukar kation kuat (IR 120 plus) dan penukar anion kuat (IRA 900) yang menghasilkan gula invert pada kondisi optimum sebanyak 0,632% dari nira tebu yang telah dipekatkan. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh jenis resin, perbedaan metode hidrolisis dan konsentrasi gula yang digunakan. Ulfa (2008) melakukan variasi laju alir pada kondisi optimum yang diperoleh sebelumnya, dapat meningkatkan persen inversi 21,54 % - 45,28 %. Oleh karena itu, meskipun dalam penelitian ini menghasilkan gula invert dengan kadar yang rendah, besar kemungkinan kadar gula invert tersebut dapat ditingkatkan dengan perlakuan yang lain.

### **3. Penggunaan Ulang Tanpa Regenerasi Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat Sebagai Katalis Dalam Hidrolisis Sukrosa**

Penggunaan ulang resin penukar kation tipe sulfonat sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis sukrosa ditentukan oleh stabilitas resin selama pengocokkan. Stabilitas resin mengkatalisis hidrolisis sukrosa dipengaruhi oleh kelarutan resin dalam air, adanya reaksi penukaran ion dengan kation yang mungkin terdapat dalam larutan dan tertutupnya pori-pori permukaan resin (*fouling*). Penggunaan resin dalam larutan yang mengandung gula dengan konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan penutupan pori-pori resin (*fouling*) diakibatkan oleh partikel sukrosa yang terdispersi dalam larutan. *Fouling* pada resin mengakibatkan molekul gula tidak dapat masuk ke dalam partikel resin sehingga hidrolisis sulit terjadi (Warsa, 2006). Massa gula invert hasil hidrolisis pada penggunaan berulang resin tanpa regenerasi ditunjukkan pada gambar 5.

Dari hasil pengukuran gula invert dengan metode Nelson-Somogyi terlihat bahwa pada penggunaan berulang resin terjadi penurunan kadar gula invert disetiap penggunaan ulangnya. Dari hasil analisis varian diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan ulang resin tanpa regenerasi memberi pengaruh yang signifikan dan dari hasil uji *Duncan's* penggunaan pertama sampai keempat tidak mengakibatkan perbedaan yang nyata.

Hidrolisis sukrosa menggunakan katalis resin Amberlite IRC 127 disertai dengan penurunan pH larutan gula, oleh karena itu aplikasi produksi gula invert menggunakan katalis tersebut akan membutuhkan penetralan larutan gula seperti pada penggunaan katalis asam bebas (Chafied dkk, 1991). Penurunan pH larutan gula setelah pengocokkan dapat terjadi karena banyak hal, selain kemungkinan adanya penukaran ion antara ion  $H^+$  dari fase resin dengan kation pengotor yang ada dalam larutan gula sehingga mengakibatkan perpindahan ion  $H^+$  ke

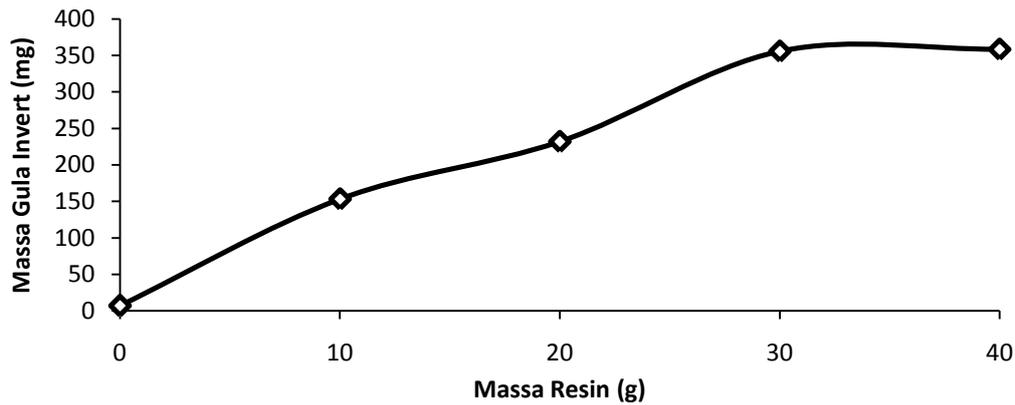
fase larutan dan pelarutan resin selama pengocokkan, penurunan pH larutan juga dapat disebabkan oleh komponen sisa asam yang mudah larut dari resin yang digunakan dan efek terbentuknya gula invert. Penurunan pH larutan gula setelah pengocokkan pada penggunaan ulang resin tanpa regenerasi ditunjukkan pada gambar 6.

## KESIMPULAN

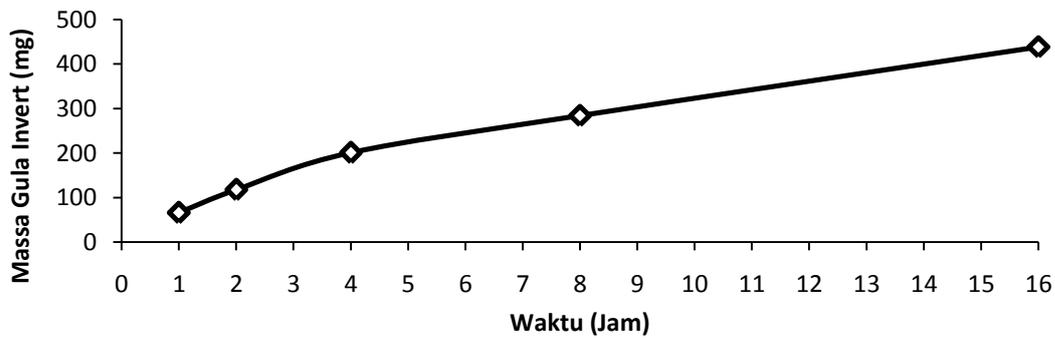
Kondisi optimum hidrolisis sukrosa pada suhu ruang terjadi pada penggunaan massa resin 30 gram dan waktu pengocokkan 16 jam, dengan hasil gula invert 833,810 mg atau 1,132% (b/b) dari 70 gram sukrosa yang digunakan. Peningkatan penggunaan massa resin (40 gram) dengan waktu pengocokkan 16 jam mengakibatkan penurunan kadar gula invert. Resin Amberlite IRC 127 dalam menghidrolisis sukrosa 70 % (b/v) efektif digunakan ulang tanpa regenerasi sebanyak 4 kali, pada penggunaan selanjutnya mengakibatkan penurunan efektivitas resin yang berpengaruh nyata terhadap gula invert yang dihasilkan

## DAFTAR PUSTAKA

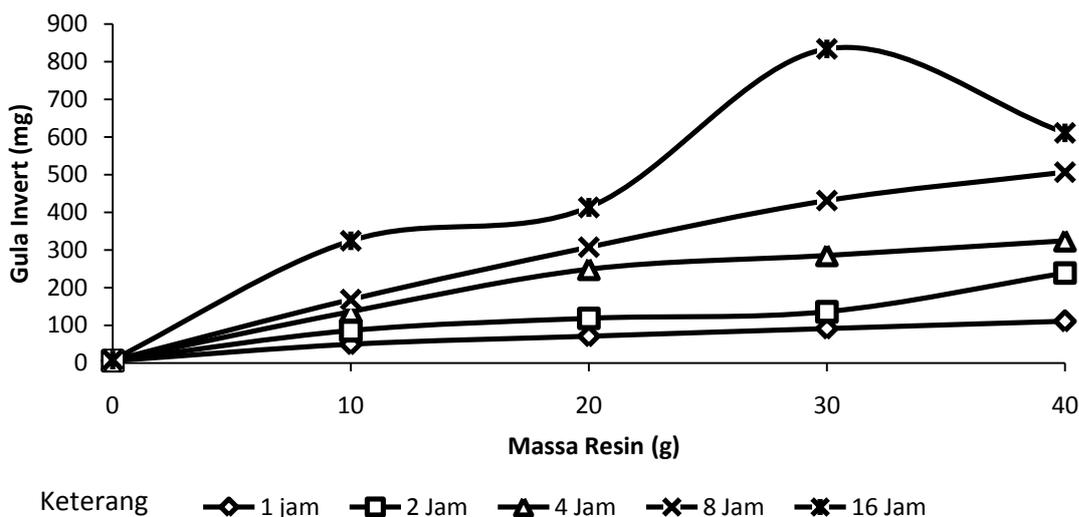
- Anonim, 2007, Interaksi Dua Faktor. <http://www.smartstat.com> (diunduh pada tanggal 18 Desember 2011)
- Cebe, M. and B. Erden, 2006, Kinetics of Esterification of Propionic Acid With n-amyl Alcohol in the Presence of Cation Exchange Resins. *Chem.Eng.* 23 : 896-901.
- Chafied, M., Hermana dan R. Syarief. 1991, Mempelajari Proses Pembuatan Sirup Gula Invert dari Nira *Arenga pinnata Merr.* Buletin PUSBANGTEPA LP IPB. 9 : 17–28.
- Craine, E. L., Hart, D.J. dan Hart, H., 2003, Kimia Organik. (Terjemahan). Erlangga. Jakarta.
- Evairiani, 2010, Analisis Karbohidrat Produk Biosintesis pada Buah Terung Belanda Hasil Sambung Pucuk antara Terung Belanda (*chiphomandra betaceae*) dengan Rimbang (*solanum torvum swartz*). Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Fessenden, J.S. dan Fessenden, R.J., 1999, Kimia Organik. (Terjemahan). Erlangga. Jakarta.
- Hasanah, I. N. E. dan R.S. Putra. 2009, Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Invertase yang Diamobilisasi Dengan Natrium Alginat. Prosiding Skripsi. Institut Teknologi Surabaya.
- Hafimi, R., 2009, Kajian Hidrolisis Enzimatis Selulosa dari Alga Merah (*Euchema spinosum* dan *Eucheuma cottoni*). <http://www.lib.uin-malang.ac.id> (diunduh pada tanggal 10 Januari 2012)
- Moore, E. H. and Sutton, L. J. W., 1953, Catalysis of Fat Hydrolysis by an Acid Regenerated Cation Exchange Resin. *Oil Chemists Society.* 30 : 449 – 451.
- Noggle, G.R., 1953, The Use Of Cation Exchange Resins for The Hidrolysis Sucrose in the Plant Extracts. *Plants Biologists.* 28 : 736–740.
- Warsa, I. W., 2006, Kajian Pengaruh Fouling pada Pemurnian Nira Tebu. *Teknik Kimia* Vol. 1. No. 1.



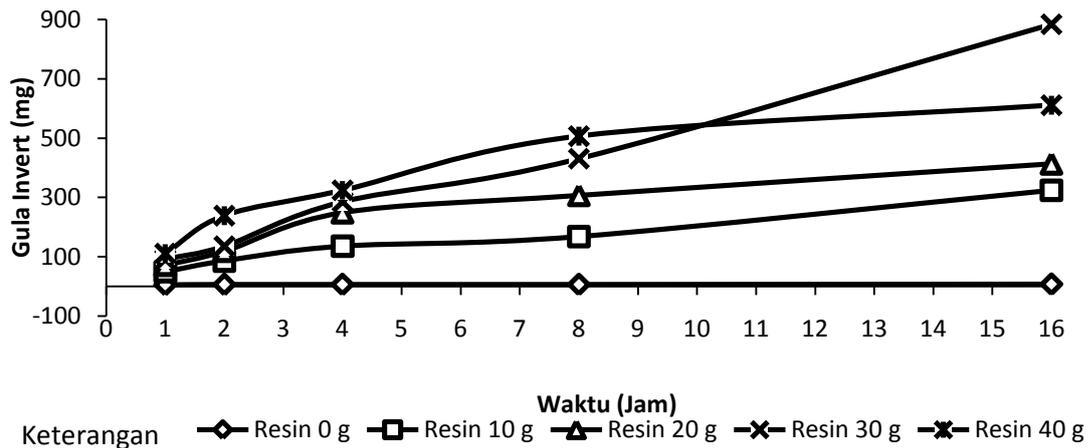
Gambar 1. Kurva Perbandingan Hubungan Massa Gula Invert Rata-rata (mg) dan Faktor Utama Massa Resin (g).



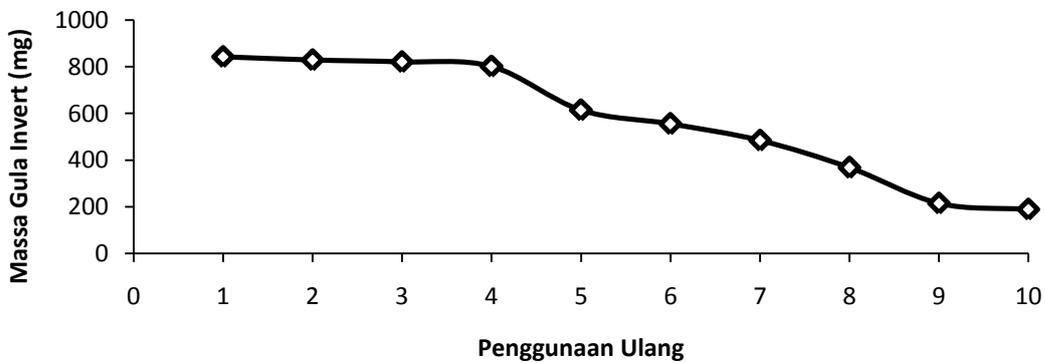
Gambar 2. Kurva Perbandingan Hubungan Massa Gula Invert Rata-rata (mg) dan Faktor Utama Waktu Pengocokkan ( Faktor B).



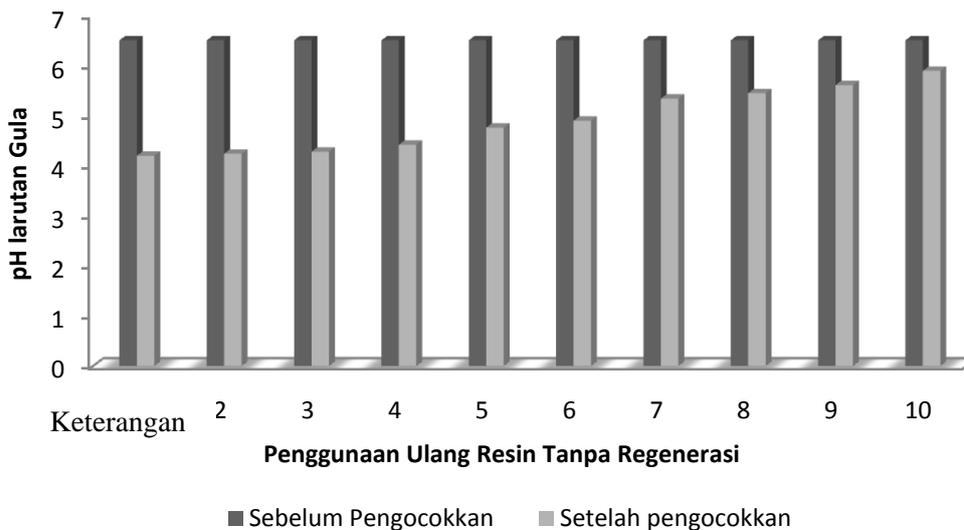
Gambar 3. Kurva Perbandingan Hubungan Massa Gula Invert (mg) dan Massa Resin (g) Pada Setiap Waktu Pengocokan.



Gambar 4. Kurva Perbandingan Hubungan Massa Gula Invert (mg) dan Waktu Pengocokkan Pada Setiap Massa Resin.



Gambar 5. Kurva Pengaruh Penggunaan Ulang Resin pada Kondisi Optimum Tanpa Regenerasi Terhadap Kadar Gula Invert Hasil Hidrolisis Sukrosa



Gambar 6. Histogram pH Larutan Gula Sebelum dan Setelah Pengocokkan pada Penggunaan Ulang Resin Tanpa Regenerasi

Tabel 1. Persentase Gula Invert Hasil Hidrolisis Sukrosa 70% (b/v) pada Berbagai Kombinasi Massa Resin dan Waktu Pengocokkan

Faktor A	Faktor B				
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	0,008	0,009	0,009	0,009	0,011
A <sub>2</sub>	0,067	0,117	0,184	0,229	0,440
A <sub>3</sub>	0,097	0,161	0,337	0,417	0,561
A <sub>4</sub>	0,124	0,184	0,388	0,585	1,132
A <sub>5</sub>	0,150	0,324	0,440	0,688	0,829

Tabel 2. Hasil Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) Penggunaan Ulang Resin Tanpa Regenerasi dalam Hidrolisis Sukrosa

Penggunaan Ulang	Massa Gula Invert (mg)
Pertama	842,619 <sup>f</sup>
Kedua	829,048 <sup>f</sup>
Ketiga	820,952 <sup>f</sup>
Keempat	801,190 <sup>f</sup>
Kelima	614,286 <sup>e</sup>
Keenam	554,762 <sup>d</sup>
Ketujuh	484,048 <sup>c</sup>
Kedelapan	367,619 <sup>b</sup>
Kesembilan	214,762 <sup>a</sup>
Kesepuluh	189,048 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata, jika pada angka berikutnya terdapat huruf yang berbeda berarti berbeda secara nyata.