

PERBANDINGAN HIDROLISIS GULA AREN DAN GULA PASIR DENGAN KATALIS Matriks Polistirena Terikat Silang (CROSSLINK)

DEDY ANWAR
INSTITUT TEKNOLOGI DEL
dedy.anwar@gmail.com

ABSTRACT

Sugar is a carbohydrate that is used as a sweetener in food and drinks. In this study, palm sugar and white sugar were used. Palm sugar is a sugar in the form of brownish crystals, while white sugar is a crystal-shaped sugar white to yellowish white. The purpose of this study was to study the effect of white sugar (sucrose) with palm sugar on the product produced in a fixed bed catalytic reactor. The methodology used in this study is hydrolysis of sucrose to reducing sugars by a continuous method using a fixed-bed reactor. This fixed bed reactor contains a cation resin with a crosslinked polystyrene matrix. The results of the analysis showed that the concentration of glucose products was mostly produced by palm sugar. The glucose concentration in palm sugar 20 g/L and 30 g/L was 3.9852 g/L and 5.1691 g/L, while the glucose concentration in white sugar 20 g/L and 30 g/L was 3.7205 g/L and 4.9485 g/L.

Keywords: Sugar, Palm Sugar, Reducing Sugar

PENDAHULUAN

Gula merupakan salah satu bahan pangan yang banyak digunakan, baik sebagai penyedap makanan, maupun sebagai pemanis pada minuman. Gula sendiri merupakan jenis pemanis yang dapat diekstrak dari tanaman tebu maupun tanaman aren. Sebelum menjadi gula, tentunya tebu dan aren mengalami beberapa proses mulai dari proses penanaman, proses panen / tebangan hingga proses penggilingan tebu dan aren pada pabrik gula. Di Indonesia, gula merupakan kebutuhan pokok yang tidak pernah lepas dari kehidupan masyarakat. Masyarakat Indonesia umumnya menggunakan gula sebagai penyedap pada makanan seperti sambal, gulai, dan rendang. Selain itu gula juga digunakan sebagai pemanis untuk minuman kopi atau teh. Oleh karena itu, produksi tebu menjadi gula merupakan suatu bisnis yang menjanjikan karena kebutuhan masyarakat akan gula tergolong tinggi.

Sukrosa merupakan bahan yang sangat diperlukan tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan. Senyawa ini dalam jaringan tumbuhan tertentu seperti tebu dan bit disimpan sebagai cadangan makanan. Pada tanaman aren sukrosa ditransfer dari daun ke empulur batang dalam bentuk sukrosa. Hasil penelitian (Pontoh, 2007) pada tanaman aren menunjukkan bahwa mayang (tangkai bunga) tanaman aren akan mengeluarkan cairan yang mengandung sukrosa. Namun demikian pada empulur tanaman aren, makanan cadangan disimpan dalam bentuk pati. Cairan yang keluar dari mayang tersebut dinamakan nira yang biasa digunakan untuk pembuatan gula maupun minuman beralkohol. Hasil penelitian Pontoh (2007) dengan teknik kromatografi cair, menunjukkan bahwa nira aren mengandung sukrosa dan gula reduksi yaitu glukosa dan fruktosa. Nira aren mengandung juga polisakarida yang diduga adalah dextran. Adanya komponen karbohidrat bukan gula sederhana (mono- dan di-sakarida) dalam nira maupun empulur tanaman aren, menjadikan analisa sukrosa yang bukan gula reduksi menjadi tidak mudah. Teknik analisa sukrosa yang dapat dilakukan dengan peralatan sederhana seperti titrasi (metode Lane Eynon; Sudarmadji dkk., 1982) tidak dapat dilakukan untuk nira yang mengandung dekstran, maupun empulur batang aren yang mengandung pati atau selulosa. Hidrolisa sukrosa dengan HCl akan menyebabkan polisakarida ikut terhidrolisa yang kemudian akan terukur sebagai sukrosa. Disisi lain mengetahui kandungan sukrosa dari kedua bahan tersebut sangat dibutuhkan dalam kegiatan rutin penelitian dan pengembangan tanaman aren maupun kualitas nira dan gula aren.

Reaksi hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dapat dilakukan dengan menggunakan reaksi enzimatik, reaksi hidrolisis asam, maupun dengan menggunakan katalis. Pada percobaan ini dilakukan reaksi hidrolisis

dengan menggunakan reaktor berisi resin kation dengan matriks polistirena terikat silang (*crosslink*). Reaksi hidrolisis ini akan menghasilkan produk glukosa.

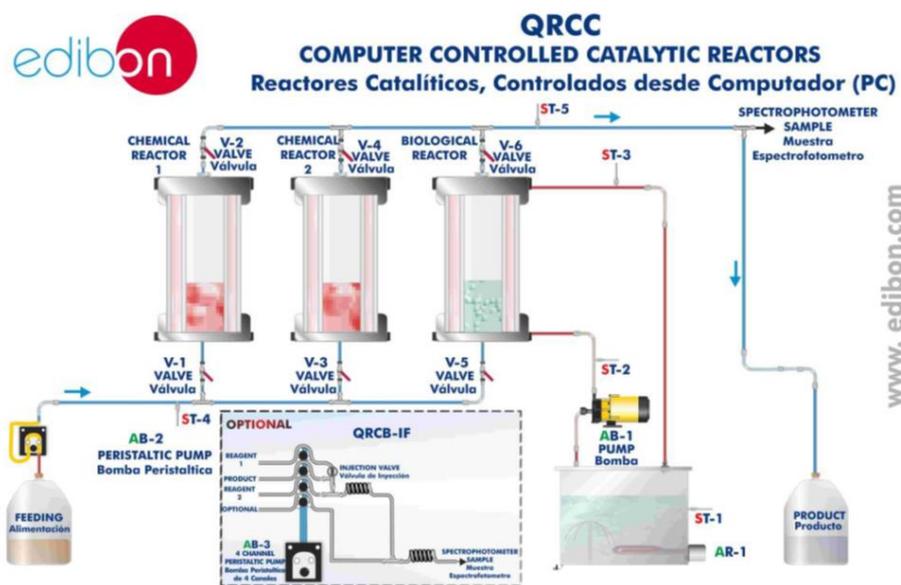
URAIAN TEORITIS

Reaktor Unggun Tetap (*fixed bed reactor*)

Reaktor merupakan unit operasi yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya suatu reaksi kimia yang mentransformasikan bahan baku menjadi produk yang diinginkan. Reaktor ungun tetap (*fixed bed reactor*) merupakan salah satu jenis raktor kontinu katalitik berbentuk tubular yang berisi partikel katalis berukuran seragam, tersusun acak dan rapat serta diam. Reaktor ini merupakan salah satu jenis reaktor kontinu yang dioperasikan dengan cara mengalirkan fluida ke dalam reaktor yang berisi oleh padatan yang sudah terikat pada posisi tetap, atau untuk seterusnya disebut sebagai ungun (*bed*). Reaktor ini setidaknya melibatkan dua fase, yaitu fluida (cair atau gas) dan padatan, bahkan dapat melibatkan tiga fase (cair-cair-padat atau cair-gas-padat). Pada reaktor ungun tetap terdapat resin yang berfungsi sebagai penukar ion positif atau penukar ion negatif. Pada penelitian ini resin yang dipakai adalah penukar kation dibuat dengan menambahkan gugus fungsi asam. Resin kation yang digunakan yaitu Resin kation dengan matriks polistirena terikat silang (*crosslinked*).

Metode penukar ion merupakan suatu metode yang digunakan untuk memisahkan ion ion yang tidak di kehendaki dalam larutan untuk di pindahkan ke media padatan disebut dengan media penukar ion, dimana penukar ion ini melepaskan ion kedalam larutan (Apriani dan Wesen, 2008). Resin penukar ion memiliki sifat-sifat seperti :

1. Mempunyai kapasitas ikatan silang yang kuat yang dapat menghilangkan suatu ion tertentu.
2. Resin dengan ukuran partikel kecil akan semakin baik, sebab dibutuhkan luas kontak yang besar.
3. Resin mempunyai stabilitas yang dapat digunakan dalam waktu yang lama,tidak mudah aus/rusak dalam regenerasi (Prayoga H, 2008).

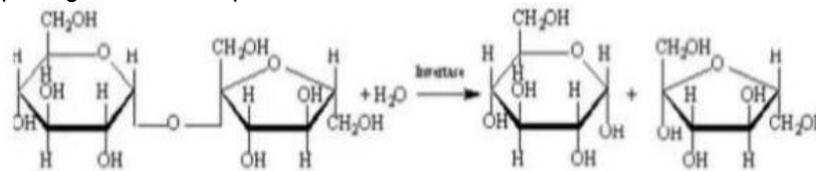


Gambar 1 Skema unit dasar perangkat percobaan reaktor ungun tetap Edibon™

Reaksi Hidrolisis Sukrosa

Sukrosa atau gula secara kimia termasuk dalam golongan karbohidrat, dengan rumus $C_{12}H_{22}O_{11}$. Rumus bangun dari sukrosa terdiri atas satu molekul glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang berikatan dengan satu molekul fruktosa ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula invert. Rumus sukrosa tidak memperlihatkan adanya gugus formil

atau karbonil bebas. Karena itu sukrosa tidak memperlihatkan sifat mereduksi (Fessendan,1986). Reaksi hidrolisis Sukrosa dapat digambarkan seperti dibawah ini.



Gambar 2 Reaksi Hidrolisis Sukrosa

Menurut Mardina, dkk (2004), variabel-variabel yang berpengaruh terhadap reaksi hidrolisis Sukrosa adalah sebagai berikut.

1. Katalisator
Hampir semua reaksi hidrolisis memerlukan katalisator untuk mempercepat jalannya reaksi. Katalisator yang dipakai dapat berupa enzim atau asam, karena kerjanya lebih cepat. Asam yang dipakai beraneka ragam mulai dari asam klorida, asam sulfat, sampai asam nitrat. Yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi adalah konsentrasi ion H, bukan jenis asamnya. Meskipun demikian di dalam industri umumnya dipakai asam klorida.
2. Suhu
Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius yaitu semakin tinggi suhu, semakin cepat jalannya reaksi.
3. Pencampuran (pengadukan)
Supaya zat pereaksi dapat saling bertumbukan dengan sebaik-baiknya, maka perlu adanya pencampuran. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk atau alat pengaduk.
4. Perbandingan zat pereaksi
Perbandingan zat pereaksi juga berpengaruh terhadap suatu reaksi hidrolisis. Apabila salah satu zat pereaksi berlebihan jumlahnya, maka kesetimbangan dapat bergeser ke sebelah kanan atau ke arah produk.

METODOLOGI PENELITIAN

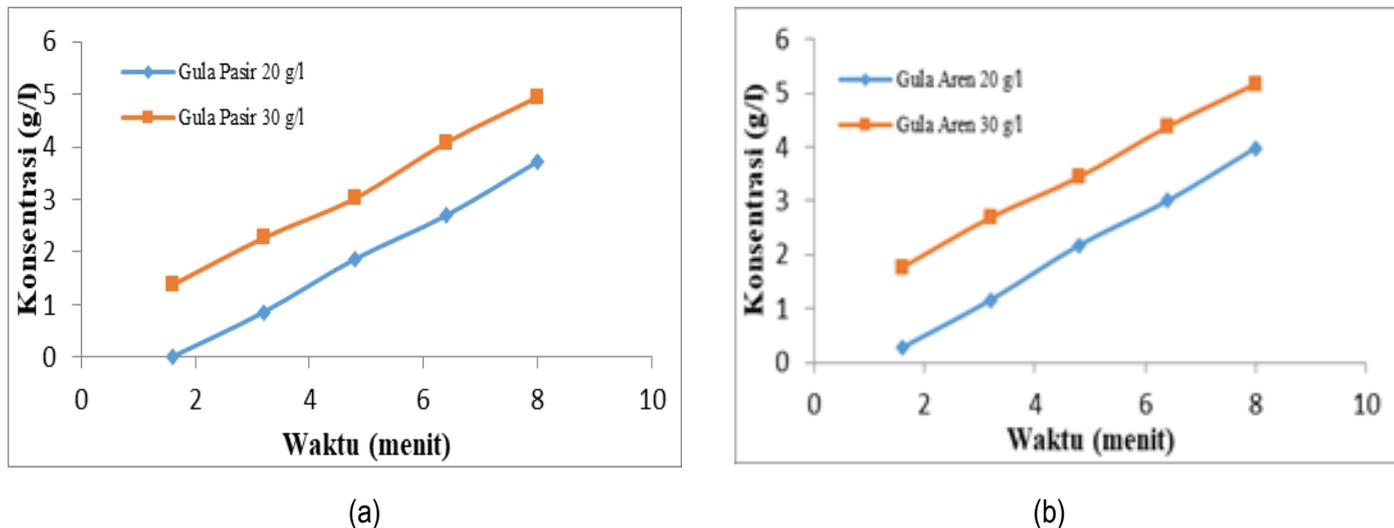
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gula pasir, gula aren, sukrosa, larutan DNS, aquades. Alat yang digunakan adalah reaktor batch katalitik penangas air, termometer, statif, gelas beker, dan timbangan. Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu:

1. Pembuatan kurva baku glukosa
Pembuatan kurva baku glukosa diawali dengan membuat larutan glukosa menjadi beberapa variasi konsentrasi. Pelarut yang digunakan adalah aquades. Kemudian dilakukan pengukuran DNS dengan cara memanaskan terlebih dahulu larutan glukosa pada penangas air yang bertemperatur 50°C selama 5 menit, kemudian ditambah 3 ml larutan DNS, lalu dipanaskan kembali pada penangas air yang bertemperatur 100°C selama 5 menit. Kemudian larutan akan didinginkan terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Dilakukan pengukuran regresi linear antara konsentrasi glukosa dengan absorbansinya. Pembuatan kurva glukosa ini dilakukan hingga nilai R2 melebihi 0.95.
2. Hidrolisis gula pasir dan gula aren
Gula pasir dan gula aren masing-masing dilarutkan dengan akuades pada variasi konsentrasi 20 g/L dan 30 g/L. Larutan ini kemudian akan dihidrolisis menggunakan reaktor katalitik unggun yang berisi resin kation dengan matriks polistirena terikat silang (*crosslink*). Suhu yang digunakan sebesar 60°C dengan putaran setengah maksimum. Larutan gula pasir dan gula aren ini dihidrolisis sesuai waktu tinggalnya. Diperoleh data hingga 5 titik.

- Pengujian DNS dan pengukuran absorbansi larutan hasil hidrolisis
 Larutan gula pasir dan gula aren keluaran reaktor kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 5 menit. Setelah pemanasan, masing-masing larutan diberi 3 ml DNS, lalu dipanaskan kembali pada suhu 100°C selama 5 menit. Kemudian sampel didinginkan, lalu diuji absorbansinya menggunakan spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi substrat dan waktu tinggal terhadap jumlah produk yang terbentuk

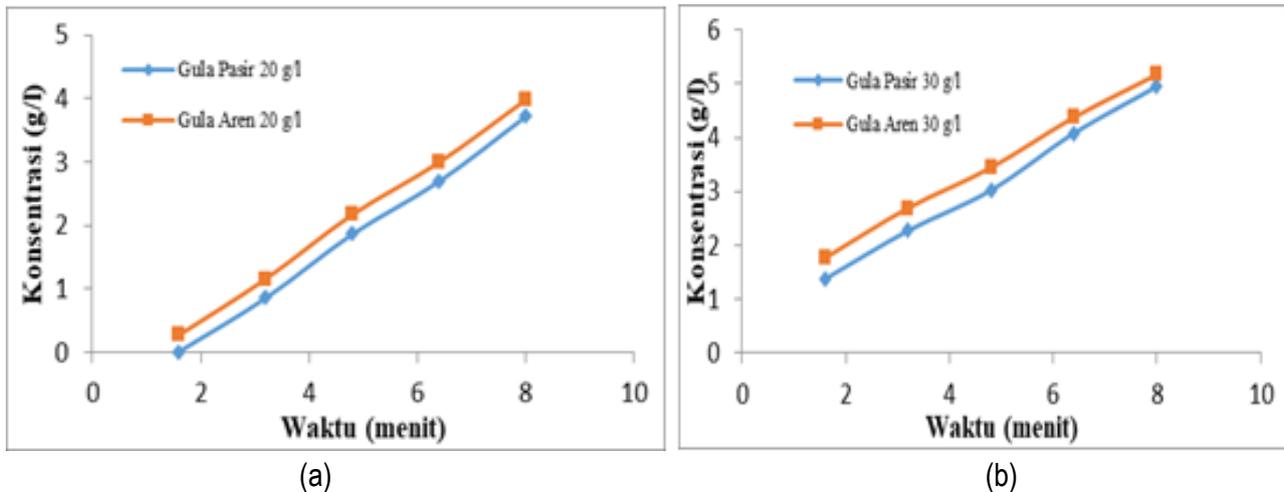


Gambar 3. Profil konsentrasi produk terhadap waktu untuk konsentrasi substrat 20 g/L dan 30 g/L dengan jenis substrat (a) Gula Pasir dan (b) Gula aren

Berdasarkan gambar 3a dan 3b diketahui bahwa pada reaksi hidrolisis dengan menggunakan substrat gula pasir maupun gula aren, jumlah produk yang dihasilkan pada konsentrasi substrat 30 g/L lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi substrat 20 g/L. Hal tersebut terlihat melalui posisi grafik untuk konsentrasi 30 g/L yang berada diatas grafik untuk konsentrasi 20 g/L. Menurut Teori tumbukan, partikel-partikel reaktan harus saling bertumbukan untuk dapat bereaksi. Namun tidak semua tumbukan akan menimbulkan tumbukan efektif atau tumbukan antar partikel reaktan yang berhasil menghasilkan reaksi (Silberberg, 2009). Semakin tinggi konsentrasi reaktan, maka semakin banyak jumlah partikel reaktan yang bertumbukan. Kondisi ini akan memperbesar peluang terjadinya tumbukan efektif sehingga laju reaksi menjadi meningkat (Silberberg, 2009). Peningkatan laju reaksi berbanding lurus dengan jumlah produk. Dengan Laju reaksi di defenisikan sebagai jumlah produk yang dihasilkan per satuan waktu. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi konsentrasi reaktan maka semakin banyak produk yang terbentuk. Hasil yang di peroleh melalui percobaan sesuai dengan literatur bahwa peningkatan jumlah substrat akan menyebabkan peningkatan jumlah produk yang dibentuk.

Selain itu, melalui grafik pada gambar 3a dan 3b, diketahui bahwa konsentrasi produk meningkat seiring bertambahnya waktu tinggal pada reaktor. Waktu tinggal memiliki arti lamanya waktu reaktan berada di dalam reaktor. Pada reaktor terdapat resin polistirena tipe *crosslink* yang memungkinkan terjadinya reaksi hidrolisis di dalam reaktor. Semakin besar waktu tinggal akan memperbesar kesempatan reaktan untuk bersentuhan dengan katalis (Patel et al, 2013). Efek dari hal ini adalah semakin banyak sukrosa yang berhasil dihidrolisis sehingga jumlah produk yang dihasilkan (fruktosa dan glukosa) yang akan semakin banyak. Hasil yang diperoleh melalui percobaan sesuai dengan literatur bahwa semakin lama waktu tinggal maka produk yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Pengaruh jenis substrat terhadap jumlah produk yang terbentuk



Gambar 4. Profil konsentrasi produk terhadap waktu untuk substrat gula pasir dan gula aren dengan konsentrasi substrat (a) 20 g/L dan (b) 30 g/L

Berdasarkan gambar 4a dan 4b diketahui bahwa pada reaksi hidrolisis dengan konsentrasi substrat 20 g/l dan 30 g/l, jumlah produk yang dihasilkan dengan menggunakan substrat gula aren lebih banyak dibandingkan dengan gula pasir. Hal ini kemungkinan terjadi karena perbedaan komposisi dalam gula aren dan gula pasir. Gula Pasir mengandung sukrosa 97%, gula reduksi 1,24%, kadar air 0,61%, dan senyawa organik bukan gula 0,7% (Suparmo dan Sudarmanto, 1991). Gula aren memiliki kandungan sukrosa 77%, gula reduksi 10%, Kadar air 10%, Kadar abu 2%, serta padatan tidak larut dalam air maksimal 1% (SNI 01-3743-1995). Didalam reaktor terjadi reaksi hidrolisis sukrosa dalam gula aren maupun gula pasir sehingga dihasilkan gula pereduksi (fruktosa dan glukosa). Dengan adanya kandungan gula pereduksi sebelum terjadinya reaksi hidrolisis sebesar 10% pada gula aren dan 1,24% pada gula pasir akan menyebabkan akumulasi produk (gula pereduksi) keluaran reaktor yang di deteksi pada gula aren lebih banyak dibandingkan dengan gula pasir.

KESIMPULAN

Jumlah produk yang dihasilkan melalui reaksi hidrolisis sukrosa pada gula pasir dan gula aren dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, waktu tinggal, serta jenis substrat. Dan dari pengamatan terlihat bahwa hasil hidrolisis dari kedua substrat tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada tim peneliti Putra Angel Sibuea, Cindy Miranda Sitorus, Kusuma Pertiwi Sitorus, Nury Christy Purba, Nehemia Hutajulu yang membantu melakukan pengamatan di Laboratorium Teknik Bioproses, Institut Teknologi Del.

DAFTAR PUSTAKA

Silberberg, Martin S. 2009. Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change 5th edition. New York: McGraw Hill.

Patel, M., Jindal, T. K., & Pant, K. K. (2013). Kinetic study of steam reforming of ethanol on Ni-based ceia-zirconia catalyst. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52(45), 15763-15771.

Suparmo dan Sudarmanto, S. 1991. Proses Pengolahan Gula Tebu. PAU .Yogyakarta : UGM.

Standar Nasional Indonesia (1995). Gula Palma (SNI 01-3743-1995) . Jakarta : Departemen Perindustrian.

Apriani, R.S, Puru Wesen. 2008. Penurunan Salinitas Air Payau Dengan Menggunakan Resin Penukar Ion.Jawa timur : Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

Fessenden, R.J and Fessenden, J.S. 1986. Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2. Jakarta : Erlangga Fogler, S.H. 1986. Elements of Chemical Reaction Engineering, Ed. 3th. Prentice Hall International : London.
Mardina, dkk . 2004. "Unit Process In Organic Synthesis", Mc Graw Hill Book Company, New York.
Prayoga, H. 2008. Penurunan Konsentrasi Tembaga (Cu^{2+}) Dari Limbah Pelapisan Logam Dengan Penukar Ion. Surabaya:UPN.