

PROSES PEMBUATAN GULA INVERT DARI SUKROSA DENGAN KATALIS ASAM SITRAT, ASAM TARTRAT DAN ASAM KLORIDA

Suwarno¹, Rita Dwi Ratnani^{1*} dan Indah Hartati¹

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah x/22, Sampangan, Semarang 50236

*ritadwiratnani@unwahas.ac.id

Abstrak

Gula invert merupakan produk hasil pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dengan perbandingan 1:1. Produksi gula inversi secara industri biasanya berdasarkan pada hidrolisa asam atau enzim. Pada proses hidrolisa asam tergantung dari jenis asam, yaitu asam anorganik yang berupa asam kuat atau organik yang berupa asam lemah. Gula invert merupakan komponen makanan yang bermanfaat, terutama sifatnya yang lebih manis dan lebih cepat larut apabila dibandingkan dengan butiran sukrosa. Sifat lain yang menguntungkan dari gula invert adalah dapat berfungsi sebagai humectant (mempertahankan kadar air), penstabil emulsi, pengawet, dan memiliki rasa yang lebih halus sehingga tidak menimbulkan iritasi. Penelitian dilakukan dengan cara hidrolisis larutan gula pasir ($\pm 70\%$) menggunakan katalis asam sitrat, asam tartrat, asam klorida pada berbagai pH, suhu 70° C, dan waktu. Tujuan penelitian ini adalah membuat gula invert dari sukrosa dengan katalis asam anorganik (asam klorida), dan asam organik (asam tartrat, dan asam citrat). Mengamati pengaruh pH dan jenis katalis terhadap konstanta kecepatan reaksi. Mencari optimasi terhadap proses hidrolisa, sehingga desain sistem yang optimal dapat tercapai. Dari hasil percobaan dan pengolahan data dapat disimpulkan bahwa, gula inversi tidak hanya dapat dibuat dengan asam anorganik (HCl), tetapi dapat juga digunakan asam organik (asam tartrat dan citrat) Semakin tinggi pH maka laju reaksi hidrolisis gula semakin lambat. Pada pH yang sama, jenis asam tidak berpengaruh signifikan terhadap laju reaksi hidrolisis. Model kecepatan reaksi orde 1 pseudo hanya dapat diterapkan terhadap jenis katalis asam sitrat dan tartrat pada pH 2,5 Kondisi optimum untuk proses hidrolisis gula adalah pada temperatur 70 °C dan pH = 2,0 selama 80 menit.

Kata kunci: gula invert, asam sitrat, asam tartrat, asam klorida.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Gula merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok yang dikonsumsi masyarakat Indonesia. Sebagian besar gula dikonsumsi oleh masyarakat sebagai sumber energi, pemberi cita rasa dan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman. Gula merupakan salah satu bahan pangan sumber karbohidrat dan sumber energi atau tenaga yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Dalam Pedoman Pola Pangan Harapan (PPH), tercantum energi yang dianjurkan yang berasal dari gula sebesar enam persen dari total kecukupan energi atau 110 kalori per kapita per hari setara dengan 30 gram gula pasir. Selain itu, gula termasuk pemanis alami yang tidak membahayakan kesehatan apabila dikonsumsi secukupnya (Isnawati, 2009).

(Koswara, 2008) menjelaskan bahwa gula pasir atau sukrosa adalah jenis gula terbanyak di alam, diperoleh dari ekstraksi batang tebu, umbi, nira palem dan nira pohon maple (*Acer Saccharum*) yang banyak terdapat di Canada

dan Amerika Serikat. Jenis gula ini banyak digunakan oleh rumah tangga, rumah makan, catering dan sebagainya. Sebuah molekul sukrosa terdiri dari 2 molekul gula yaitu molekul glukosa dan molekul fruktosa.

Gula invert merupakan komponen makanan yang sangat bermanfaat, terutama sifatnya yang lebih manis dan lebih cepat larut apabila dibandingkan butiran sukrosa. Gula invert juga digunakan untuk memperlambat kristalisasi gula pada konsentrasi larutan yang tinggi. Biasanya digunakan dalam krim non kristal, selai, madu buatan dan industri permen serta industri yang hanya memproduksi larutan gula (Safarik, dkk, 2009).

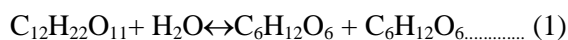
Sifat lain yang menguntungkan dari gula invert adalah dapat berfungsi sebagai *humectant* (mempertahankan kadar air), penstabil emulsi, pengawet dan memiliki rasa yang lebih halus sehingga tidak menimbulkan iritasi. Sedangkan fruktosa sendiri sangat ideal dikonsumsi oleh penderita diabetes, karena tidak berdampak terhadap proses sekresi insulin (Anonim, 2007). Ada dua cara untuk

menghasilkan sirup gula invert yaitu dengan menghidrolisis sukrosa dengan menggunakan asam dan menghidrolisis sukrosa dengan menggunakan enzim invertase (Syarif dkk, 1991)

Berdasarkan kelebihan tersebut, maka gula invert dapat dijadikan alternatif bahan pemanis selain gula pasir. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian Aprianto (2008) dengan topic " Pembuatan Gula Invert dari Proses Hidrolisis Sukrosa dengan Katalis Asam Sitrat". Penelitian tersebut dilakukan dengan variabel temperatur, waktu dan konsentrasi katalis sehingga diperoleh kondisi proses inversi yang ideal. Selain itu, masih terdapat variabel-variabel lain yang mempengaruhi pembuatan gula invert, seperti jenis asam dan pH. Sehingga pada penelitian ini diteliti lebih lanjut terhadap jenis asam yang digunakan sebagai katalisator dan nilai pH untuk mendapatkan kondisi proses inversi yang ideal, dimana sukrosa dipecah menjadi glukosa dan fruktosa.

LANDASAN TEORI

Proses hidrolisis pembentukan gula invert adalah sebagai berikut:



Sukrosa Glukosa Fruktosa

Reaksi hidrolisis pada umumnya menggunakan pereaksi berupa air yang jumlahnya dibuat berlebihan dapat dituliskan sebagai

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = kC_A^m C_B^n \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- r_A = kecepatan berkurangnya A, (gmol/(L menit))
- C_A = Konsentrasi sukrosa, gmol/L
- C_B = Konsentrasi air, gmol/L
- t = waktu reaksi, menit
- m, n = order reaksi

Dengan jumlah air yang berlebihan, maka bisa dianggap konsentrasi air tetap selama reaksi, maka persamaan menjadi:

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k' C_A^n \dots\dots\dots (3)$$

Dimana kC_Bⁿ dianggap konstan =k', Apabila m=1 maka

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A \dots\dots\dots (4)$$

Hasil integrasi dari waktu t=0 hingga t=t dengan C_A=C_{A0} hingga C_A= C_A adalah sebagai berikut

$$-\ln \frac{C_A}{C_{A0}} = kt \dots\dots\dots (5)$$

Apabila perbandingan A yang bereaksi dengan A mula-mula dinyatakan sebagai konversi (x) maka dapat dinyatakan :

$$C_A = C_{A0} - C_{A0}x = C_{A0}(1-x) \dots\dots\dots (6)$$

$$\frac{C_{A0}}{C_A} = \frac{1}{1-x} \dots\dots\dots (7)$$

Maka persamaan 7 dapat dapat dinyatakan

$$-\ln(1-x) = kt \dots\dots\dots (8)$$

Apabila di buat grafik hubungan $\ln \frac{C_A}{C_{A0}}$ versus t atau -ln(1-x) versus t akan mendekati garis lurus dan konstanta kecepatan reaksinya adalah gradien dari garis tersebut. Kesesuaian data penelitian dengan persamaan kecepatan reaksi maupun nilai k bisa dihitung dengan metode least square. Pada umumnya nilai konstanta kecepatan reaksi dipengaruhi oleh faktor tumbukan, energi aktivasi dan suhu reaksi yang bisa dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis sesuai persamaan Arrhenius (Yuniwati dkk., 2011):

$$k = A e^{-\frac{E}{RT}} \dots\dots\dots (9)$$

dimana: k = konstanta kecepatan reaksi

A = frekuensi tumbukan

T = suhu reaksi, K

E = tenaga aktivasi, cal/gmol

R= tetapan gas, cal/(gmol K)

Tujuan Penelitian

- a. Membuat gula invert dari sukrosa dengan katalis asam anorganik (asam klorida), dan asam organik (asam tartrat, dan asam citrat).
- b. Mengamati pengaruh pH dan jenis katalis terhadap konstanta kecepatan reaksi.
- c. Mencari optimasi terhadap proses hidrolisa, sehingga desain sistem yang optimal dapat tercapai

METODOLOGI

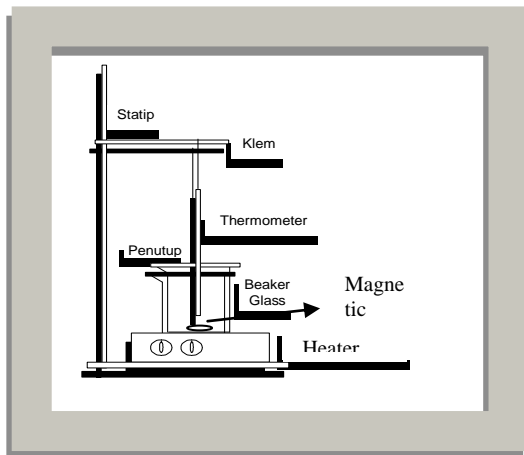
Alat

Instrument TRAACS 800, neraca analitis, magnetic stirer, beaker glass 250 mL, kaca arloji, thermometer, statip, klem, transfer pipette, labu takar 1000 mL, 100 mL, 50 mL dan 25 mL.

Bahan

Sukrosa, asam sitrat, asam tartrat, asam klorida, aquadest dan larutan pereaksi untuk analisis.

Gambar rangkaian alat



Gambar 1. Rangkaian alat percobaan



Gambar 2. Instrument Analitik

Variabel Penelitian

Penetapan variabel

Variabel bebas : Jenis asam sebagai katalis, pH dan waktu

Variabel tetap : Konsentrasi larutan, temperatur dan jenis gula

Penetapan respon

Kadar Reducing sugar, total sugar dan sukrosa (%)

Prosedur Penelitian

1. Lakukan analisa pendahuluan terhadap larutan gula pasir/sukrosa dengan Instrument TRAACS 800
2. Siapkan peralatan untuk proses hidrolisis seperti gambar 1.
3. Timbang ± 70 gram gula pasir / sukrosa, masukkan dalam beaker glass 250 mL kemudian tambahkan 30 ml air, panaskan pada suhu 70 °C dengan magnetic stirrer + heater.

4. Setelah suhu tercapai tambahkan katalis asam

Ambil sample dan analisa kadar gula invert dengan instrument TRAACS 800.

Hasil dan Pembahasan

Data penelitian proses pembuatan gula invert dari sukrosa dengan katalis asam sitrat, asam tartrat dan asam klorida dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Prhitungan Kecepatan Reaksi dengan Katalis Asam sitrat

Waktu (min)	Sucrose (A)			Sucrose (CA)			ln (CAo/CA)		
	pH = 3,5	2,5	2	3,5	2,5	2	3,5	2,5	2
0	69,98	69,84	69,67	2,77	2,76	2,75			
15	60,72	52,59	21,38	2,33	1,96	0,71	0,17	0,34	1,36
30	60,71	48,53	16,18	2,33	1,77	0,53	0,17	0,45	1,64
45	60,94	43,52	10,56	2,34	1,53	0,35	0,17	0,59	2,07
60	62,43	40,89	6,36	2,41	1,41	0,21	0,14	0,67	2,57
75	62,58	35,43	5,01	2,42	1,16	0,17	0,13	0,87	2,81
90	62,01	31,17	3,05	2,39	1,01	0,10	0,14	1,00	3,31
105	60,62	27,48	1,11	2,33	0,91	0,04	0,17	1,11	4,32
120	62,38	26,33	0,89	2,41	0,87	0,03	0,14	1,15	4,54
135	65,95	24,99	0,16	2,58	0,83	0,01	0,07	1,21	6,27
150	67,39	20,30	3,33	2,65	0,67	0,11	0,04	1,41	3,22
165	65,88	19,36	4,07	2,58	0,64	0,13	0,07	1,46	3,02
180	66,25	17,45	3,67	2,59	0,58	0,12	0,06	1,57	3,12

Tabel 2. Data Perhitungan Kecepatan Reaksi dengan Katalis Asam Tartrat.

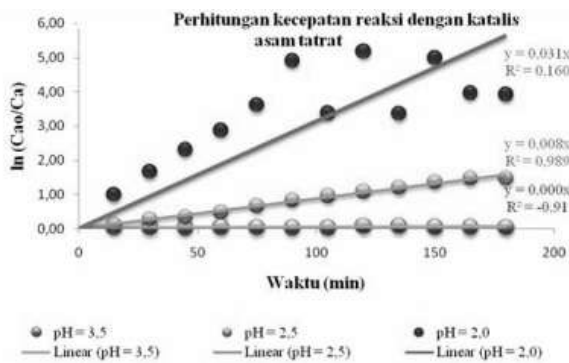
Waktu (min)	Sucrose (A)			Sucrose (CA)			ln (CAo/CA)		
	pH = 3,5	2,5	2,0	3,5	2,5	2,0	3,5	2,5	2,0
0	69,98	69,87	69,87	2,77	2,76	2,76			
15	67,52	62,86	30,86	2,65	2,43	1,02	0,04	0,13	1,00
30	68,04	55,36	15,80	2,68	2,08	0,52	0,03	0,28	1,67
45	68,51	53,15	8,33	2,70	1,98	0,28	0,03	0,33	2,31
60	67,74	47,07	4,73	2,66	1,70	0,16	0,04	0,49	2,87
75	68,11	40,84	2,25	2,68	1,41	0,07	0,03	0,67	3,61
90	68,51	36,18	0,62	2,70	1,19	0,02	0,03	0,84	4,90
105	68,70	31,90	2,86	2,71	1,05	0,09	0,02	0,96	3,37
120	66,00	27,99	0,47	2,58	0,92	0,02	0,07	1,09	5,18
135	65,88	25,02	2,89	2,58	0,83	0,10	0,07	1,21	3,37
150	67,75	21,14	0,57	2,66	0,70	0,02	0,04	1,37	4,99
165	67,85	19,11	1,59	2,67	0,63	0,05	0,04	1,48	3,96
180	68,00	19,07	1,66	2,67	0,63	0,06	0,03	1,48	3,92

Tabel 3. Data Perhitungan Kecepatan Reaksi dengan Katalis Asam klorida.

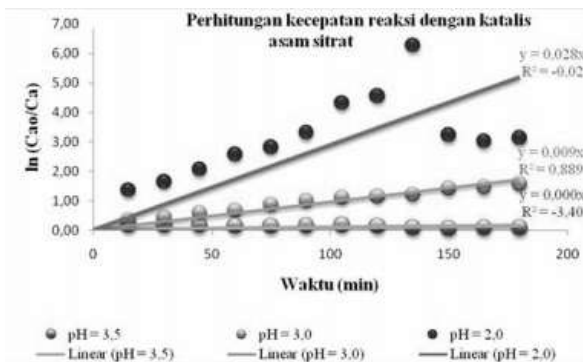
Waktu (min)	Sucrose (A)			Sucrose (CA)			ln (CAo/CA)		
	pH = 3,5	2,5	2	3,5	2,5	2	3,5	2,5	2
0	70,00	69,99	69,99	2,77	2,77	2,77			
15	67,83	58,84	25,25	2,67	2,25	0,83	0,04	0,21	1,20
30	67,71	60,76	18,73	2,66	2,34	0,62	0,04	0,17	1,50
45	67,69	59,28	15,12	2,66	2,27	0,50	0,04	0,20	1,71
60	67,63	57,89	6,68	2,66	2,20	0,22	0,04	0,23	2,53
75	67,21	57,05	6,32	2,64	2,16	0,21	0,05	0,25	2,58
90	66,92	55,69	4,35	2,62	2,10	0,14	0,05	0,28	2,96
105	65,80	53,99	5,49	2,57	2,02	0,18	0,07	0,31	2,72
120	67,61	54,42	5,32	2,66	2,04	0,18	0,04	0,30	2,76
135	66,35	53,42	3,10	2,60	1,99	0,10	0,06	0,33	3,29
150	67,99	53,45	1,84	2,67	2,00	0,06	0,03	0,33	3,82
165	67,71	51,89	0,95	2,66	1,92	0,03	0,04	0,36	4,48
180	67,79	51,45	1,59	2,66	1,90	0,05	0,04	0,37	3,96

Pada tabel 1 - 3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk

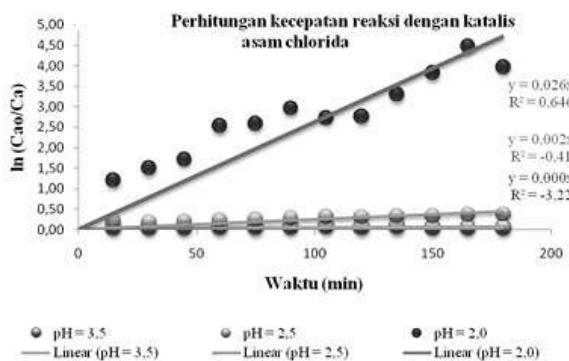
reaksi, semakin besar pula konversi yang dicapai. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin besar kesempatan untuk bereaksi. Disamping itu dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa semakin rendah pH dari berbagai katalis maka semakin besar konversinya. Hal ini disebabkan semakin rendah pH maka gerakan molekul reaktan semakin kuat sehingga kemungkinan bertumbuhkannya semakin besar dan kecepatan reaksi pun semakin besar. Berikut perhitungan konstanta kecepatan reaksi orde 1 pseudo dapat dilakukan menggunakan grafik berikut ini.



Gambar 3. Perhitungan kecepatan reaksi dengan katalis asam tartrat.



Gambar 4. Perhitungan kecepatan reaksi dengan katalis asam sitrat.



Gambar 5. Perhitungan kecepatan reaksi dengan katalis asam klorida.

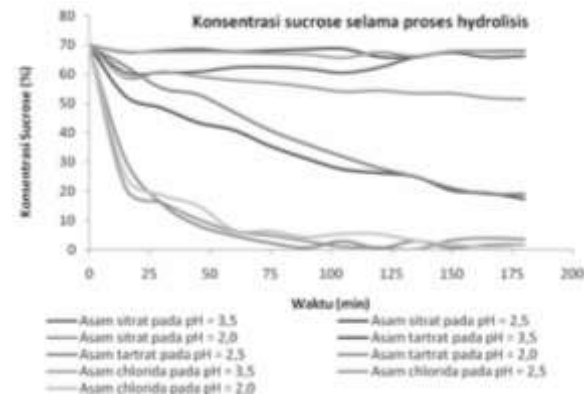
Berdasarkan pada grafik gambar 3-5 dapat ditentukan konstanta kecepatan reaksi sebagai berikut:

Tabel 4. Konstanta kecepatan reaksi dengan variasi pH dan jenis asam.

Jenis Asam	Parameter	pH = 3,5	pH = 2,5	pH = 2,0
Asam sitrat	K	8,00E-04	9,50E-03	2,90E-02
	rsq	-3,402	0,8892	-0,025
Asam tartrat	k	3,00E-04	8,80E-03	3,10E-02
	rsq	-0,915	0,9894	0,1603
Asam klorida	k	4,00E-04	2,50E-03	2,60E-02
	rsq	-3,229	-0,411	0,6465

Pada tabel 4. Menerangkan bahwa

- Semakin tinggi pH maka konstanta kecepatan reaksi semakin kecil, yang berarti bahwa reaksi semakin lambat. Begitu sebaliknya semakin rendah pH maka konstanta kecepatan reaksi semakin besar, yang berarti bahwa reaksi semakin cepat.
- Pada pH yang sama jenis asam tidak berpengaruh signifikan terhadap laju reaksi hidrolisis.
- Model kecepatan reaksi orde 1 pseudo hanya dapat diterapkan terhadap jenis katalis asam sitrat dan tartrat pada pH 2,5 (Aprianto, 2008).



Gambar 6. Kondisi optimum proses hidrolisis sukrose

Pada gambar 6. terlihat bahwa kondisi operasi optimum untuk proses hidrolisis gula adalah pada temperatur 70 °C dan pH = 2,0 selama 80 menit. Sedangkan jenis asam yang digunakan tidak berpengaruh signifikan terhadap proses hidrolisis gula.

Kesimpulan

- Gula inversi tidak hanya dapat dibuat dengan asam anorganik (HCl), tetapi dapat juga digunakan asam organik (asam tartrat dan citrat)
- Semakin tinggi pH maka laju reaksi hidrolisis gula semakin lambat.
- Pada pH yang sama, jenis asam tidak berpengaruh signifikan terhadap laju reaksi hidrolisis.
- Model kecepatan reaksi orde 1 pseudo hanya dapat diterapkan terhadap jenis katalis asam sitrat dan tartrat pada pH 2,5
- Kondisi optimum untuk proses hidrolisis gula adalah pada temperatur 70 °C dan pH = 2,0 selama 80 menit.

Daftar Pustaka

- Anonim; 2007; “Enzymatic Production of Invert Sugar”; Project Consulting of Life Science; Ensymm company.
- Aprianto, 2008;”Pembuatan Gula Invert dari Proses Hidrolisis Sukrosa dengan Katalis Asam sitrat”Laporan Penelitian, Universitas Wahid Hasyim.
- Isnawati, S.F., 2009, “Analisis Strategi Bersaing Gula Rafinasi (Studi PT. Jawa-manis Rafinasi, Cilegon, Banten)”, Skripsi Program Sarjana Penyelenggara Khusus Agribisnis, Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, S.,2008 “Makanan Bergula dan Kerusakan Gigi”, Toko Ebook Online Pangan, Gizi dan Argoindustri (<http://www.ebookpangan.com>).
- Safarik, I., Z. Sabatkova and M. Safarikova; 2009,“Invert Sugar Formation with *Saccharomyces cerevisiae* Cells Encapsulated in Magnetically Responsive Alginate Micro Particles”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 321, 1478–1481
- Syarief, R., Hermana and M. Chafied, 1991, “Mempelajari Proses Pembuatan Sirup Gula Invert dari Nira (*Arenga pinanta Merr*)”, Buletin Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan, Vol. 9, No. 20, 17–28.
- Yuniwati M., D.Ismiyati and R. Kurniasih, 2011, “Kinetika Reaksi Hidrolisis Pati Pisang Tanduk dengan Katalisator Asam Chlorida”, Jurnal Teknologi, Vol. 4 No. 2, 107–112.