
HIDROLISA PATI DARI KULIT SINGKONG (VARIABEL RATIO BAHAN DAN KONSENTRASI ASAM)

Endang Mastuti*, Amanda Ayu K, Purwanti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

*Email : endang-mastuti@yahoo.co.id

Abstract: *Cassava peel is generally used as animal feed and sometimes just thrown away. To increase the economic value of cassava peels used as alternative materials to manufacture glucose by hydrolysis. This study aims to determine the effect of material and the concentration ratio of acid to the peel of cassava starch hydrolysis of the resulting reduction of glucose and starch hydrolysis reaction rate constants of the cassava peel with hydrochloric acid catalyst. Variables remained in the study was 250 ml volume of cooking and temperature 95°C (boiling temperature). Variable is the ratio of materials that were reviewed (30 gr, 40 gr, 50 gr and 60 gr) and acid concentration (0.05 N, 0.1 N; 0.15 N; and 0.2 N). Glucose samples were analyzed by using the Lane-Eynon. Data analysis showed the material and the larger the ratio of acid concentration, the glucose formed higher. So also with increasing reaction time, glucose is formed also higher. Operating conditions which result in maximum glucose in the ratio 5:1 material and acid concentration 0.2 N. In this study the reaction of first order reaction rate constants obtained in ratio of materials from 0.0116 to 0.0172/min and at variable acid concentrations from 0.0157 to 0.0252/min.*

Keywords: *Cassava peel, hydrolysis, hydrochloric acid*

PENDAHULUAN

Salah satu cara pembuatan glukosa adalah dengan proses hidrolisa pati. Proses ini memiliki keuntungan karena bahan baku yang relatif murah. Penelitian pembuatan glukosa dengan hidrolisa pati telah banyak dilakukan menggunakan bahan baku yang berbeda-beda yang mengandung karbohidrat, misalnya pati singkong, pati jagung, pati garut. Sedangkan reaksinya ada yang menggunakan katalisator enzim ataupun menggunakan katalisator asam.

Glukosa memiliki beberapa kegunaan dalam industri antara lain, sebagai pemanis makanan dan bahan dasar pembuatan bioetanol. Pemanis merupakan senyawa kimia yang sering digunakan untuk keperluan produk olahan pangan, industri serta minuman dan makanan kesehatan. Sedangkan bioetanol merupakan etanol (alkohol) dengan bantuan makhluk hidup.

Singkong merupakan bahan pangan yang banyak diproduksi di Indonesia. Indonesia termasuk sebagai negara penghasil singkong terbesar ketiga (13.300.000 ton) setelah Brazil (25.554.000 ton), Thailand (13.500.000 ton) serta disusul negara-negara seperti Nigeria (11.000.000 ton), India (6.500.000 ton). (<http://faperta.ugm.ac.id>)

Kulit singkong merupakan limbah dari singkong yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi dan dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak. Persentase jumlah limbah kulit bagian luar sebesar 0,5-2% dari berat total singkong segar dan limbah kulit bagian dalam sebesar 8-15%, sehingga kulit singkong dapat dijadikan salah satu alternatif bahan baku pembuatan glukosa karena mengandung karbohidrat. Selama ini kulit singkong umumnya digunakan sebagai makanan ternak dan kadang hanya dibuang begitu saja menjadi sampah. Untuk menambah nilai ekonomis maka kulit singkong dicoba untuk dijadikan bahan alternatif pembuatan glukosa yang diolah dengan cara hidrolisa.

Singkong (*cassava*) yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau ubi kayu adalah pohon tahunan tropika dan subtropika dari keluarga *Euphorbiaceae*. Umbinya dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil karbohidrat dan daunnya sebagai sayuran. Panjang singkong rata-rata 50-80 cm dan bergaris tengah 2-3 cm. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Umbi singkong tidak bisa disimpan lama walaupun ditempatkan di lemari pendingin. Gejala kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat

terbentuknya asam sianida yang bersifat racun bagi manusia.

Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan seperti jagung, garut, kentang, sagu, singkong dan lain-lain. Dalam tanaman, pati tersimpan pada akar, batang, buah, biji, dan kulit. Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$, dimana harga n bervariasi.

Pati tersusun oleh rangkaian amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1:4. Amilosa merupakan polimer rantai lurus yang terdiri dari rantai panjang glukosa yang terikat pada ikatan 1,4- α -glukosid, sedangkan amilopektin merupakan rantai cabang yang terdiri dari rantai normal glukosa yang terikat pada 1,4- α -glukosid dan ikatan lainnya pada 1,6- α -glukosid. (Kirk, R.E. and Othmer, 1960)

Pati adalah sumber karbohidrat yang penting dalam makanan. Pati dijumpai sebagian besar pada biji, tempat penyimpanan karbohidrat pada tumbuhan. Pati memberikan warna biru jika direaksikan dengan iodium disebabkan adanya pembentukan senyawa yang kompleks. Reaksi ini digunakan untuk mendeteksi adanya pati.

Pembuatan glukosa dari pati kulit singkong menggunakan cara hidrolisa. Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Tetapi reaksi antara pati dan air berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Ada beberapa reaksi hidrolisa berdasarkan katalisator yang digunakan yaitu:

1. Hidrolisa murni, hanya menggunakan air.

Kelemahan zat penghidrolisa ini adalah prosesnya lambat kurang sempurna dan hasilnya kurang baik. Untuk mempercepat reaksi hidrolisa, biasanya ditambahkan katalisator dan juga digunakan uap air pada temperatur tinggi. Zat penghidrolisa air ditambah zat-zat yang sangat reaktif.

2. Hidrolisa dengan katalis larutan asam, bisa berupa asam encer atau asam pekat.

Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air dari kadar asam yang encer. Pada hidrolisa asam, biasanya digunakan H_2SO_4 , HCl , dan $H_2C_2O_4$. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion H^+ dari asam yang digunakan, tetapi pada konsentrasi asam yang tinggi hubungannya tidak terlihat lagi. $H_2C_2O_4$ jarang dipakai karena harganya mahal, HCl lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan H_2SO_4 dan mudah menguap

sehingga memudahkan pemisahan produknya.

3. Hidrolisa dengan katalis larutan basa, bisa berupa basa encer atau basa pekat.

Reaksi menggunakan bentuk padat sama dengan reaksi bentuk cair, hanya reaksinya lebih sempurna atau lebih reaktif dan biasanya hanya digunakan untuk maksud tertentu, misalnya proses peleburan benzene menjadi phenol.

4. Hidrolisa dengan menggunakan katalis enzim, banyak digunakan pada industri pembuatan alkohol dari tetes tebu.

5. *Alkali fusion*, dengan sedikit atau tanpa air pada temperatur tinggi

(Groggins, 1958)

Kondisi proses hidrolisa untuk suatu bahan berbeda dengan kondisi proses untuk bahan yang lain. Hal ini disebabkan jenis dan komposisi pati suatu bahan berbeda dari jenis dan komposisi pati dari bahan yang lainnya. (Kirk, R.E. and Othmer, 1960).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisa pati dengan menggunakan asam adalah ukuran bahan, konsentrasi asam, suhu, waktu, ratio bahan dan pengadukan.

a) Ukuran bahan

Semakin halus ukuran bahan permukaan bidang kontak akan semakin luas sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan memperbesar konversi reaksi. (Supranto, 1998)

b) Konsentrasi Asam

Kecepatan reaksi proses hidrolisa akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion H^+ tetapi pada konsentrasi tinggi hubungannya tidak terlihat lagi. Karena itu, diperlukan perbandingan yang sesuai antara pati yang akan dihidrolisa dengan konsentrasi asam yang ditambahkan. (Othmer, 1960)

c) Suhu

Suhu berpengaruh terhadap konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu tinggi, konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar sehingga reaksi dapat semakin cepat. (Othmer, 1960)

d) Waktu

Waktu yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat-zat pereaksi sehingga molekul-molekul yang bereaksi semakin banyak dan memperbanyak hasil yang terbentuk. (Supranto, 1998)

e) Rasio bahan

Rasio bahan terhadap larutan yang semakin besar maka konsentrasi glukosa hasil hidrolisa juga semakin besar. Karena dengan semakin besar rasio bahan semakin besar pula bahan yang bereaksi dengan larutan sehingga

dihasilkan glukosa yang semakin banyak. (Supranto, 1998)

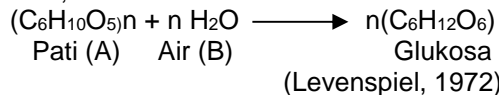
f) Pengadukan

Pengadukan berkaitan dengan faktor frekuensi tumbukan (A) pada persamaan Arrhenius sehingga dengan adanya pengadukan maka kecepatan reaksi akan meningkat. (Groggins, 1958)

LANDASAN TEORI

Tinjauan Kinetika Reaksi Hidrolisa

Reaksi hidrolisa pati bisa dituliskan sebagai berikut ;



Jika reaksi hidrolisa pati dianggap sebagai reaksi elementer dan reaksi samping diabaikan, maka persamaan kecepatan reaksinya adalah :

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

C_A = Konsentrasi Pati

C_B = Konsentrasi Air

Bila dibuat konsentrasi B sangat besar, maka konsentrasi B dapat dianggap bernilai konstan untuk setiap saat. Maka persamaan (1) menjadi persamaan kecepatan reaksi orde satu semu terhadap A:

$$-r_A = k' \cdot C_A \text{ dengan } k' = k \cdot C_B$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k' \cdot C_A \dots\dots\dots (2)$$

karena $C_A = C_{A0} (1-x)$ maka persamaan (2) menjadi :

$$-\frac{dC_{A0} (1-x)}{dt} = k' \cdot C_{A0} (1-x)$$

$$-C_{A0} \cdot \frac{d(1-x)}{dt} = k' \cdot C_{A0} (1-x)$$

$$-\frac{d(1-x)}{dt} = k' \cdot (1-x)$$

$$-\frac{d(1-x)}{(1-x)} = k' \cdot dt \dots\dots\dots (3)$$

Jika diintegrasikan dengan batasan $t = 0, x = 0$ dan $t = t, x = x$, maka persamaan (3) menjadi:

$$-\ln (1-x) = k' \cdot t \dots\dots\dots (4)$$

Dengan:

X = Konversi reaksi yang menyatakan perbandingan jumlah glukosa hasil reaksi dengan jumlah pati mula-mula

C_{A0} = Konsentrasi pati mula- mula (mol/Liter)

T = Waktu (menit)

k' = Konstanta kecepatan reaksi (menit⁻¹)

Persamaan (4) menunjukkan hubungan antara konversi reaksi dengan waktu. (Levenspiel 1972)

METODE PENELITIAN

Tepung kulit singkong sebanyak 30 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian ditambah dengan larutan asam klorida 0,1 N sebanyak 250 ml. Selanjutnya larutan tersebut diaduk dan dipanaskan sampai mendidih. Pengambilan sampel dilakukan setiap interval waktu 10 menit dimulai dari menit ke 0 sampai dengan menit ke 60. Untuk memperoleh ratio bahan optimum dilakukan dengan variasi ratio bahan dimana berat bahan adalah 30 gr, 40 gr, 50 gr dan 60 gr untuk volume pemasakan 250 ml pada suhu konstan 95°C, sedangkan untuk memperoleh konsentrasi asam optimum dilakukan dengan variasi konsentrasi asam 0,05 N; 0,1 N; 0,15 N dan 0,2 N dengan berat bahan 50 gr. Glukosa hasil hidrolisa kemudian dianalisis dengan cara dititrasi dengan menambahkan fehling A, fehling B dan methylene blue. Hasil titrasi akan dicari gula pereduksinya dari tabel Lane-Eynon.

Alat

Alat utama yang digunakan adalah labu leher tiga, motor pengaduk, pengaduk merkuri, statif, pemanas mantel, *magnetic stirrer*, pendingin balik, termometer, pendingin balik dan klem.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah pati kulit singkong, Asam klorida, Natrium Hidroksida, Aquadest, *Methyl blue*, PH stick, Fehling A dan Fehling B.

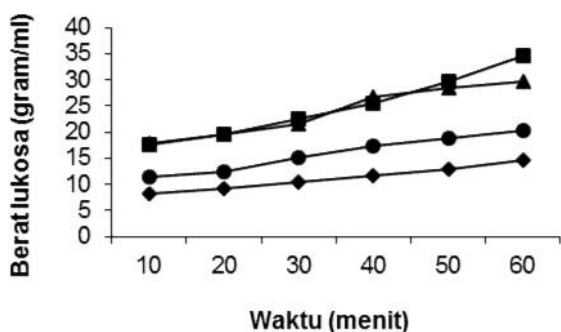
HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Ratio Bahan

Pada penelitian ini dilakukan pada suhu operasi 95°C, kecepatan pengadukan 150 rpm, konsentrasi larutan asam klorida 0,1 N dan volume larutan HCl 250 ml.

Tabel 1. Data Analisa Hasil Hidrolisa pada Berbagai Ratio Bahan dengan Konsentrasi HCl 0,1 N

No	Waktu (menit)	Massa glukosa reduksi (gr/ml)			
		30 gr	40 gr	50 gr	60 gr
1.	10	8,10	11,40	17,84	17,66
2.	20	9,10	12,46	19,47	19,59
3.	30	10,49	15,18	21,47	22,56
4.	40	11,75	17,41	26,70	25,56
5.	50	12,96	18,92	28,46	28,58
6.	60	14,51	20,35	29,62	34,52



Gambar 4-1. Grafik hubungan berat glukosa pada setiap waktu untuk berbagai ratio bahan dengan konsentrasi HCl 0,1 N

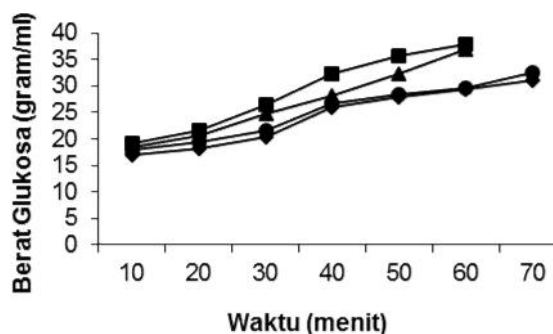
Dari Tabel IV-1 dan Gambar 4-1 bisa ditunjukkan bahwa semakin lama waktu dan ratio bahan yang diperlukan untuk hidrolisa, maka semakin besar pula kadar glukosa yang diperoleh. Karena dengan semakin besar ratio bahan, semakin besar pula bahan yang bereaksi dengan larutan sehingga dihasilkan glukosa yang semakin banyak pula. Akan tetapi jika rasio bahan terlalu besar, glukosa yang terbentuk akan menjadi sedikit. Hal ini dikarenakan rasio bahannya terlalu banyak yang menyebabkan tumbukan tidak optimum lagi. Kondisi optimum diperoleh pada saat rasio bahan 50 gr/ 250 ml larutan HCl 0,1 N.

Variabel Konsentrasi Asam

Pada penelitian ini dilakukan pada suhu operasi 95°C, kecepatan pengadukan 150 rpm, berat bahan 50 gr dan volume larutan HCl 250 ml.

Tabel IV- 2. Data Analisa Hasil Hidrolisa pada Berbagai Konsentrasi Asam HCl dengan Ratio Bahan 50 gram/ 250 ml

No	Waktu (menit)	Massa glukosa reduksi (gr/ml)			
		0,05 N	0,1 N	0,15 N	0,2 N
1.	10	16,89	17,84	18,31	19,18
2.	20	18,16	19,47	20,49	21,64
3.	30	20,40	21,47	24,86	26,50
4.	40	26,05	26,70	28,21	32,41
5.	50	27,86	28,46	32,41	35,76
6.	60	29,29	29,62	36,82	37,89



Gambar 4-2. Grafik hubungan berat glukosa pada setiap waktu untuk berbagai konsentrasi asam dengan ratio bahan 50 gram/ 250 ml

Dari Tabel IV-2 dan Gambar 4-2 bisa ditunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam klorida (HCl) yang digunakan dan semakin lama waktu reaksi, maka jumlah glukosa yang dihasilkan cenderung semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya konsentrasi maka kecepatan reaksinya juga akan semakin bertambah. Dengan demikian jumlah pati yang bereaksi dengan asam pada waktu tertentu juga akan bertambah. Semakin banyak pati yang bereaksi, maka glukosa yang dihasilkan juga semakin besar. Konsentrasi HCl optimum yang diperoleh adalah 0,2 N.

Kinetika

Dengan mengetahui berat glukosa, dapat dihitung konversi pada berbagai rasio volume larutan dengan berat bahan dan pada berbagai kecepatan pengadukan. Hal ini di tunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 6. Dari Persamaan $-\ln(1-X_A) = k'.t + C$ dilakukan regresi linier maka nilai k dapat ditentukan yang hasilnya ditunjukkan pada tabel 4 dan Tabel 6.

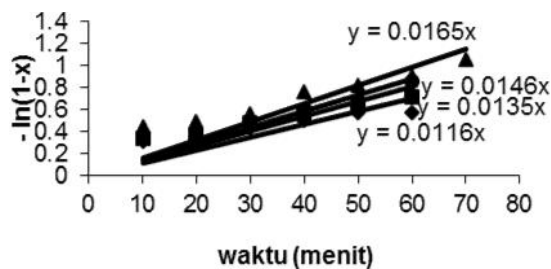
Untuk mendapatkan konstanta kecepatan reaksi hidrolisa pati kulit singkong dengan katalis asam klorida (HCl) digunakan persamaan $\ln(1-x) = k.t$, dengan $x = \frac{\text{massa glukosa reduksi}}{\text{massa sampel}}$

Tabel IV- 3. Data Konversi dengan Katalis Asam Klorida (HCl) pada Berbagai Ratio Asam

No	Waktu (menit)	Konversi (x)			
		30 gr	40 gr	50 gr	60 gr
1.	10	26,9	28,5	35,6	29,4
2.	20	30,3	31,1	38,9	32,6
3.	30	33,9	37,9	42,9	37,6
4.	40	39,1	43,5	53,3	42,5
5.	50	43,2	47,3	56,9	49,3
6.	60	48,3	50,8	59,2	57,5

Tabel IV- 4. Data Analisa Konstanta Kecepatan Reaksi Hidrolisa dengan Katalis Asam Klorida (HCl)

No	Waktu (menit)	-ln(1-x)			
		30 gr	40 gr	50 gr	60 gr
1.	10	0,31	0,34	0,44	0,35
2.	20	0,36	0,37	0,49	0,39
3.	30	0,43	0,48	0,56	0,47
4.	40	0,49	0,57	0,76	0,56
5.	50	0,56	0,64	0,82	0,68
6.	60	0,57	0,71	0,89	0,86



Gambar 4-3. Grafik Hubungan $-\ln(1-x)$ terhadap Waktu untuk Berbagai Ratio Bahan

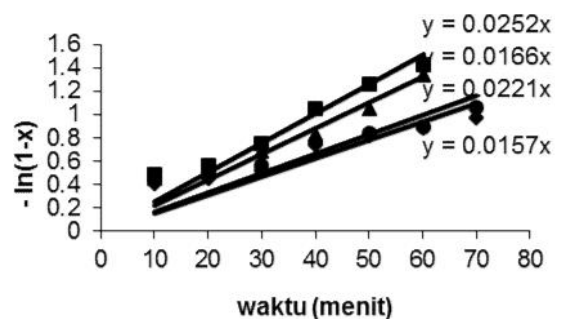
Dari Tabel IV-4 dan Gambar 4-3 bisa ditunjukkan bahwa untuk ratio bahan 30 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram dihitung nilai k dengan persamaan $-\ln(1-x) = k \cdot t$ yang merupakan persamaan regresi linear berbentuk $y = m \cdot x$, tabel IV-4 menyajikan nilai $-\ln(1-x)$ untuk ratio bahan (30 gram, 40 gram, 50 gram, 60 gram), data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik (Gambar 4-3) dan slope dari masing-masing persamaan garis merupakan nilai k yang terhitung. Untuk ratio bahan 30 gram diperoleh nilai $k' = 0,0116/\text{menit}$; ratio bahan 40 gram diperoleh nilai $k' = 0,0135/\text{menit}$; ratio bahan 50 gram diperoleh nilai $k' = 0,0172/\text{menit}$ dan ratio bahan 60 gram diperoleh nilai $k' = 0,0146/\text{menit}$. Harga k' terbesar diperoleh pada saat ratio bahan 50 gr, yaitu sebesar $0,0172/\text{menit}$.

Tabel IV- 5. Data Konversi pada berbagai Konsentrasi katalis Asam Klorida (HCl)

No	Waktu (menit)	Konversi (x)			
		0,05 N	0,1 N	0,15 N	0,2 N
1.	10	33,79	35,69	36,62	38,35
2.	20	36,32	38,94	40,99	43,28
3.	30	40,81	42,95	49,72	53,00
4.	40	52,10	53,39	56,41	64,82
5.	50	55,73	56,91	64,82	71,52
6.	60	58,58	59,24	73,64	75,96
7.	70	62,06	65,33		

Tabel IV- 6. Data Analisa Konstanta Kecepatan Reaksi Hidrolisa dengan Katalis Asam Klorida (HCl)

No	Waktu (menit)	-ln(1-x)			
		0,05 N	0,1 N	0,15 N	0,2 N
1.	10	0,41	0,44	0,46	0,48
2.	20	0,45	0,49	0,53	0,57
3.	30	0,52	0,56	0,68	0,76
4.	40	0,74	0,76	0,83	1,04
5.	50	0,81	0,84	1,04	1,26
6.	60	0,88	0,89	1,33	1,43
7.	70	0,97	1,06		



Gambar 4- 4. Grafik hubungan $-\ln(1-x)$ terhadap waktu untuk berbagai konsentrasi katalis asam klorida (HCl)

Dari Tabel IV-6 dan Gambar 4- 4 bisa ditunjukkan bahwa Dari grafik di atas, untuk konsentrasi asam klorida 0,05N; 0,1N; 0,15N dan 0,2N dihitung nilai k dengan persamaan $-\ln(1-x) = k \cdot t$ yang merupakan persamaan regresi linear berbentuk $y = m \cdot x$, tabel IV-6 menyajikan nilai $-\ln(1-x)$ untuk konsentrasi asam klorida (0,05N; 0,1N; 0,15N; 0,2N), data tersebut kemudian diplotkan ke dalam grafik (Gambar 4-4) dan slope dari masing-masing persamaan garis merupakan nilai k yang terhitung. Untuk konsentrasi HCl 0,05N diperoleh nilai $k' = 0,0157/\text{menit}$; konsentrasi HCl 0,1N diperoleh nilai $k' = 0,0166/\text{menit}$; konsentrasi HCl 0,15N diperoleh nilai $k' = 0,0221/\text{menit}$ dan konsentrasi HCl 0,2N diperoleh nilai $k' = 0,0252/\text{menit}$. Harga k' terbesar diperoleh pada saat konsentrasi HCl 0,2 N, yaitu sebesar $0,0252/\text{menit}$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin besar ratio bahan yang digunakan, maka semakin besar pula kadar

-
- glukosanya. Tetapi, pada suatu kondisi tertentu akan mencapai kondisi optimum, yaitu 50 gram pati/ 250 ml larutan HCl.
2. Semakin tinggi konsentrasi asam, maka kadar glukosa yang dihasilkan akan semakin meningkat sampai diperoleh kondisi optimum. Konsentrasi asam klorida (HCl) optimum adalah 0,2 N.
 3. Tetapan kecepatan reaksi pada kondisi optimum sebesar 0,0252/menit. yang berlaku pada kondisi berat bahan 50 gram, suhu 95°C, konsentrasi larutan HCl 0,2 N dengan volume pemasakan 250 ml dan waktu pemasakan 60 menit.

Daftar Pustaka

Cahyari, dan Sundari Dwi, 2003, "Pemanfaatan Garut untuk Pembuatan Glukosa dengan Cara Hidrolisa", ", Laporan Penelitian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Feronika Dwi, dan Suwartini, 2007, "Pengaruh Konsentrasi Asam dan Ratio Bahan terhadap Hidrolisa Dami Nangka", Laporan Penelitian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Fessenden and Fessenden, 1997, "Kimia Organik", PT Erlangga, Jakarta.

Groggins, P.H., 1958, "Unit Process In Organic Synthesis", Mc Graw Hill Book Company, New York.

Kirk, R.E, and Othmer,D.F., 1960, "Encyclopedia of Chemical Technology, The Interscience Encyclopedia Inc", New York.

Kismaharini, 2004, "Pengaruh Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Pati Sukun dengan Katalisator Asam", Laporan Penelitian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Levenspiel, 1972, "Chemical Reaction Engineering", 2nd. John Willey and Sons Inc, New York.

Matz, S.A., 1970, "Sereal Technology", The Avi Publishing. Co.Inc., West Port, Connecticut.

Supranto, Ir, 1998, "Proses Industri Kimia II", Teknik Kimia FT UGM, Yogyakarta.