

HIDROLISIS PATI TALAS MENGUNAKAN KATALIS ASAM KLORIDA

Yustinah, Indah Agustina Susanti, dan Yollan Dana Octavia

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
JI Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510*

ABSTRAK. Hidrolisis pati adalah salah satu proses untuk membuat glukosa. Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tanaman, salah satunya dari talas. Untuk mempercepat reaksi hidrolisis, pada penelitian ini menggunakan katalis asam. Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh konsentrasi katalis asam klorida pada reaksi hidrolisis pati talas terhadap hasil glukosa yang diperoleh. Percobaan dilakukan didalam labu leher tiga berpengaduk dilengkapi dengan peralatan kondensor. Reaksi dilakukan pada temperatur 100 °C, dan tekanan atmosferis serta dilakukan pengadukan. Konsentrasi HCl yang digunakan adalah 0,1 N; 0,3 N; dan 0,5 N. Analisa kadar glukosa hasil percobaan menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490 nm. Hidrolisis pati adalah reaksi kimia yang mempunyai order reaksi satu terhadap konsentrasi pati. Dari hasil percobaan didapat bahwa pada waktu reaksi sama, semakin tinggi konsentrasi HCl maka semakin tinggi pula konsentrasi glukosa yang diperoleh. Hal ini karena kecepatan reaksi yang terjadi juga semakin tinggi. Harga konstanta kecepatan reaksi dari penelitian diperoleh: HCl 0,1 N mempunyai $k' = 0,00036 \text{ menit}^{-1}$; HCl 0,3 N mempunyai $k' = 0,00043 \text{ menit}^{-1}$; dan HCl 0,5 N mempunyai $k' = 0,00049 \text{ menit}^{-1}$.

Kata kunci : hidrolisis, pati, talas, konstanta kecepatan reaksi

ABSTRACT. Hydrolysis of starch (*amylum*) is one of the process to produce glucose. Starch can be obtained from various types of plant, one of which is talas (*Araceae*). To accelerate the hydrolysis reaction, this study used an acid catalyst. The objective of this study is to understand the influence of hydrochloric acid concentration in the hydrolysis reaction of talas starch to the glucose yield.

The experiment was conducted in a three-neck rounded flask equipped with stirrer and condenser. The reactions were set at 100 °C and atmospheric pressure with continuous stirring. Concentrations of HCl used were 0.1 N, 0.3 N, and 0.5 N. The glucose content resulting from this experiment was analysed using UV spectrophotometer at the wavelength of 490 nm.

Hydrolysis of starch is a chemical reaction of the first order towards the starch concentration. This study revealed that for similar reaction time, the increasing concentration of HCl increased the concentration of glucose produced. This was due to the increase in reaction rate. The reaction rate constants obtained in this study were: $k' = 0.00036 \text{ minute}^{-1}$ for HCl 0.1 N; $k' = 0.00043 \text{ minute}^{-1}$ for HCl 0.3 N; and $k' = 0.00049 \text{ minute}^{-1}$ for HCl 0.5 N.

Keywords: hydrolysis, starch, talas, reaction rate constant

PENDAHULUAN

Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tumbuh-tumbuhan, seperti ketela pohon, ketela rambat, jagung, padi, pisang, sagu dan lain-lain. Pada tanaman, pati disimpan dalam akar, batang, buah atau biji sebagai makanan cadangan. Pati bila mengalami hidrolisis akan menghasilkan glukosa. Walaupun pati banyak jenisnya tetapi terbatas pemakaiannya, sedangkan glukosa harganya mahal dan memiliki kegunaan yang banyak. Glukosa antara lain dapat digunakan sebagai bahan pengawet, bahan pemanis, bahan pencampur obat dan lain-lain.

Talas merupakan salah satu bahan makanan yang mempunyai kandungan karbohidrat cukup besar, dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan glukosa. Di Indonesia talas dimanfaatkan sebagai bahan makanan tambahan. Selama ini talas dimanfaatkan sebagai makanan ringan yang diolah dengan direbus, dibakar, dan digoreng. Untuk menambah nilai ekonomi talas, maka dicoba untuk dijadikan bahan alternatif pembuatan glukosa. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh-pengaruh variabel reaksi terhadap jalannya hidrolisis, serta hasil yang diperoleh. Reaksi hidrolisis pati berlangsung lambat. Untuk mempercepat reaksi dapat ditambahkan katalis asam. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari kinetika reaksi hidrolisis pati talas pada tekanan atmosfer dengan katalisator asam klorida. Dari penelitian akan diperoleh konstanta kecepatan reaksi pada berbagai konsentrasi katalis pada temperatur reaksi tertentu.

TINJAUAN PUSTAKA

Talas

Talas merupakan tanaman pangan berupa herbal menahun. Talas termasuk dalam suku talas-talasan (*Araceae*), berperawakan tegak, tingginya 1 m atau lebih dan merupakan tanaman semusim atau sepanjang tahun. Talas mempunyai beberapa nama umum yaitu *Taro*, *Old cocoyam*, *'Dash(e)en'* dan *'Eddo (e)'*. Di beberapa negara dikenal dengan nama lain, seperti: *Abalong* (Philipina), *Taioba* (Brazil), *Arvi* (India), *Keladi* (Malaysia), *Satoimo* (Japan), *Tayoba* (Spanyol) dan *Yu-tao* (China). Asal mula tanaman ini berasal dari daerah Asia Tenggara, menyebar ke China dalam abad pertama, ke Jepang, ke daerah Asia Tenggara lainnya dan ke beberapa pulau di Samudra Pasifik, terbawa oleh migrasi penduduk. Di Indonesia talas bisa dijumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan di atas 1000 m dpl., baik liar maupun ditanam.

Di Indonesia, talas dikonsumsi sebagai makanan pokok dan makanan tambahan. Talas mengandung karbohidrat yang tinggi, protein, lemak dan vitamin. Talas mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Umbi dan pelepah daunnya banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat maupun pembungkus. Daun, sisa umbi, dan kulit umbi dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan pakan ikan secara langsung maupun setelah difermentasi. Tanaman ini mempunyai keterkaitan dengan pemanfaatan lingkungan dan

penghijauan, karena mampu tumbuh di lahan yang agak berair sampai lahan kering. Menurut Slamet dan Tarkotjo (1980), kandungan nutrisi dari talas adalah seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Nutrisi Umbi Talas

Kandungan gizi	Talas mentah	Talas rebus
Energi (kal)	120	108
Protein (g)	1,5	1,4
Lemak (g)	0,3	0,4
Hidrat arang total (g)	28,2	25,0
Serat (g)	0,7	0,9
Abu (g)	0,8	0,8
Kalsium (g)	0,031	0,047
Fosfor (g)	0,067	0,067
Besi (g)	0,0007	0,0007
Karoten total	0	0
Vitamin B1 (g)	0,00005	0,00006
Vitamin C (g)	0,002	0,004
Air (g)	69,2	72,4
Bagian yang dimakan (%)	85	100

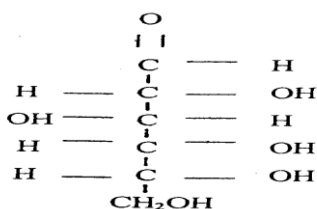
Pati

Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang amat luas tersebar di alam. Pada tumbuh-tumbuhan, pati sebagai makanan cadangan disimpan di dalam biji, buah, umbi, dan batang. Tumbuh-tumbuhan yang mempunyai kadar pati tinggi antara lain: padi, sagu, ketela pohon, ketela rambat, dan jagung. Secara histologis, pati disimpan dalam bentuk plastida yang dinamakan *amiloplast* di dalam sel. Dilihat dari rumus kimianya, pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidrat monosakarida dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Komponen utama penyusun pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan melalui ikatan 1-4 glukosida, sedang amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun atas 1-4 α glukosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 α glukosida.

Glukosa

Glukosa merupakan monosakarida yang terpenting; kadang – kadang disebut juga gula darah (karena biasa dijumpai pada darah). gula anggur (karena biasa dijumpai pada buah anggur), atau dekstrosa (karena memutar bidang polarisasi ke kanan). Makhluk hidup yang menyusui (mamalia) dapat mengubah sukrosa, laktosa, maltosa, dan pati menjadi glukosa yang kemudian dapat digunakan sebagai energi oleh organisme tersebut atau disimpan sebagai glikogen atau suatu polisakarida.

Glukosa merupakan sumber energi utama dalam sel. Dalam tubuh, glukosa diubah menjadi CO_2 dan H_2O dan bersama dengan itu dibebaskan energi. Struktur molekul dari glukosa tampak pada Gambar 1.



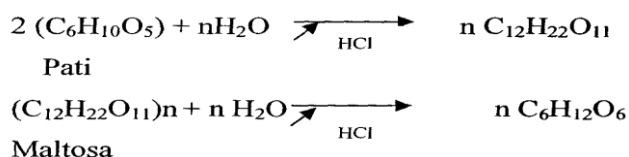
Gambar 1. Struktur molekul glukosa

Menurut Kennedy dan White (1982), glukosa mengandung gugus aldehyd dan merupakan polihidroksi aldehyd, karena selain mengandung gugus aldehyd juga mengandung 5 buah gugus hidroksi dengan rumus molekul $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Atom karbon nomer 2 sampai dengan nomer 5 dalam rantai merupakan atom karbon khiral, sehingga glukosa mempunyai 24 isomer. Oleh karena salah satu ujung rantai glukosa merupakan gugus aldehyd, maka glukosa mempunyai sifat - sifat aldehyd. Hal ini dapat dibuktikan dengan oksidasi, di mana akan terbentuk asam dengan rantai lurus yang memiliki 6 atom karbon.

Sifat - sifat fisiologis glukosa:

- Glukosa murni berasal dalam dua bentuk kristalin : α -D glukosa dan β -D glukosa
- α -D glukosa murni mempunyai titik leleh 147°C
- Formula molekul : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- Berat molekul : 180,16 g/mol

Glukosa dapat dibuat dengan menghidrolisis pati dengan katalis asam klorida :



Hidrolisis Pati

Hidrolisis adalah suatu proses reaksi antara suatu zat dengan air, agar suatu senyawa terurai atau pecah. Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan 1-4 α glukosida dan menghasilkan dextrin, sirup, atau glukosa tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Reaksi antara air dan pati berlangsung sangat lambat, sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar keaktifan air. Katalisator bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat, dan asam sulfat. Dalam industri, umumnya digunakan asam klorida sebagai katalisator. Pemilihan ini didasarkan pada teori bahwa garam yang terbentuk setelah penetralan hasil merupakan garam yang tidak berbahaya, yaitu garam dapur.

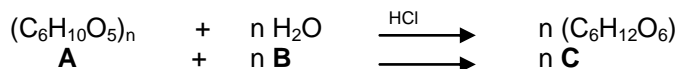
Proses hidrolisa pati dengan asam ditemukan pertama kali oleh Kirchoff pada tahun 1812, namun produksi secara komersial baru terlaksana pada tahun 1850. Pada proses ini, sejumlah pati lebih dulu diasamkan sampai sekitar pH 2, lalu dipanaskan dengan uap di dalam suatu tangki bertekanan sampai temperatur 120-140°C.

Faktor–faktor yang berpengaruh pada reaksi hidrolisis pati:

- a. Temperatur. Dari kinetika reaksi, semakin tinggi temperatur reaksi, makin cepat pula jalannya reaksi. Tetapi kalau proses berlangsung pada temperatur yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.
- b. Waktu. Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik. Apabila waktu tersebut diperpanjang, penambahan konversi kecil sekali.
- c. Pencampuran pereaksi. Karena pati tidak larut dalam air, maka pengadukan perlu diadakan agar kontak butir-butir air dan pati dapat berlangsung dengan baik dalam proses batch. Untuk proses kontinyu dapat dilakukan dengan mengatur masuknya aliran bahan agar timbul olakan.
- d. Konsentrasi katalis. Pada suatu reaksi, penambahan katalis bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin besar konsentrasi katalis yang dipakai, makin cepat reaksi hidrolisis yang terjadi. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat. Tetapi dalam penggunaan asam sebagai katalisator, diusahakan terbatas pada konsentrasi terendah, agar garam yang tertinggal dalam hasil setelah penetralan tidak mengganggu rasa manis hasil.
- e. Kadar suspensi pati. Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan lebih cepat. Penggunaan air yang berlebihan harus diperhitungkan terhadap penghematan biaya yang dikeluarkan untuk mengusir air pada pemekatan hasil. Sebaliknya bila pati berlebihan, tumbukan antara pati dan air berkurang serta akan memperlambat jalannya reaksi.

Penurunan Persamaan

Reaksi hidrolisis pati dapat dituliskan sebagai berikut :



Jika dianggap reaksi di atas adalah reaksi elementer, maka persamaan kecepatan reaksinya adalah:

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A C_B^n \dots\dots\dots(1)$$

Bila konsentrasi B sangat besar, maka bisa dianggap tetap, sehingga diperoleh persamaan kecepatan reaksi order satu semu terhadap A:

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

dengan $k' = k.C_B$

Karena $C_A = C_{A0}(1-x)$, dengan x = konversi pati, maka persamaan (2) menjadi:

$$\begin{aligned}
 -\frac{dC_{A0}(1-x)}{dt} &= k'.C_{A0}(1-x) \\
 -\frac{C_{A0}d(1-x)}{dt} &= C_{A0}.k'(1-x) \\
 -\frac{d(1-x)}{dt} &= k'(1-x) \\
 -\frac{d(1-x)}{(1-x)} &= k' dt \quad \dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

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

$$-\ln(1-x) = k'.t + c \quad \dots\dots\dots(4)$$

di mana c adalah konstanta.

Persamaan (4) menunjukkan hubungan antara konversi reaksi dengan waktu. Pada persamaan tersebut, x adalah konversi reaksi yang menyatakan perbandingan jumlah pati bereaksi dengan jumlah pati mula-mula, dan c adalah suatu konstanta. Sehingga dari persamaan (4) diperoleh k' sebagai slope.

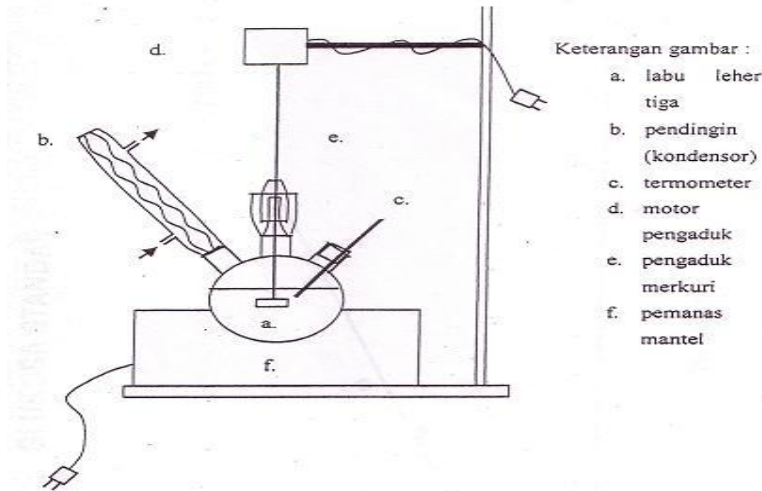
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah talas yang sudah tua diperoleh dari pasar di Bogor. Sedangkan bahan-bahan kimia: HCl, aquades, NaOH, fenol, asam oksalat, glukosa anhidrat, dan indikator PP diperoleh dari Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta. Peralatan yang digunakan: labu leher tiga, jaket pemanas, pengaduk merkuri, pendingin, termometer, pipet ukur, karet penghisap, beaker glas, gelas ukur, dan labu erlenmeyer.

Rancangan Percobaan

Penelitian hidrolisa pati dilakukan dengan metode eksperimental kuantitatif. Reaksi hidrolisa dilakukan pada temperatur 100°C dengan pengadukan. Variabel yang berubah adalah konsentrasi HCl, yaitu 0,1 N; 0,3 N; dan 0,5 N. Analisa hasil percobaan dilakukan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490 nm.



Gambar 2. Rangkaian Proses Hidrolisa Pati

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Pati Talas

1. Talas dikupas kulitnya kemudian direndam dengan air garam untuk menghilangkan getahnya, lalu dicuci hingga bersih.
2. Talas yang telah bersih dipotong kecil – kecil, kemudian dimasukkan ke dalam blender, ditambah air secukupnya, dan dilumatkan dengan blender sampai terjadi suspensi.
3. Suspensi yang terbentuk disaring dengan menggunakan kain saring dan filtratnya ditampung, sementara ampasnya ditambahkan air kemudian disaring kembali. Pekerjaan ini dilakukan berulang-ulang hingga diperkirakan ampas tidak mengandung pati lagi (filtrat berwarna bening)
4. Filtrat ditampung dan dibiarkan sampai pati mengendap. Endapan tersebut dinamakan tepung pati talas, yang kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 70-80 ° C sampai kering.

b. Hidrolisa Pati Talas

1. Larutan HCl berkonsentrasi 0,1 N dimasukkan sebanyak 250 ml ke dalam labu leher tiga.
2. Labu leher tiga dipanaskan sampai suhu 100 °C dan diusahakan suhunya tetap konstan selama percobaan berlangsung.
3. Pati talas sebanyak 10 gr dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian agitator dinyalakan.
4. Sampel diambil setiap 10 menit hingga mendapat 5 sampel.
5. Pengambilan sampel harus cepat dan segera didinginkan dengan air es untuk menghentikan reaksi.
6. Langkah 1 – 5 diulangi untuk konsentrasi HCl 0,3 N dan 0,5 N.

c. Analisa Sampel

Metode analisa yang digunakan dalam penentuan kadar glukosa sampel adalah dengan metode spektrofotometri, dengan menggunakan alat UV-Vis Spektrofotometer. Spektrofotometer mengukur kepekatan suatu larutan yang berwarna. Cara kerja alat ini berdasarkan hukum *Lambert Beer*, yaitu banyaknya sinar yang terserap oleh suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasinya. Untuk mengukur konsentrasi glukosa, absorbansi diukur pada panjang gelombang 490 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian hidrolisa pati talas ini menggunakan HCl sebagai katalisator dengan berbagai macam konsentrasi, yaitu HCl 0,1 N; HCl 0,3 N; dan HCl 0,5 N. Percobaan dilakukan pada tekanan atmosferis, suhu konstan 100 °C, dan pengadukan kontinyu. Hasil glukosa yang diperoleh dari percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

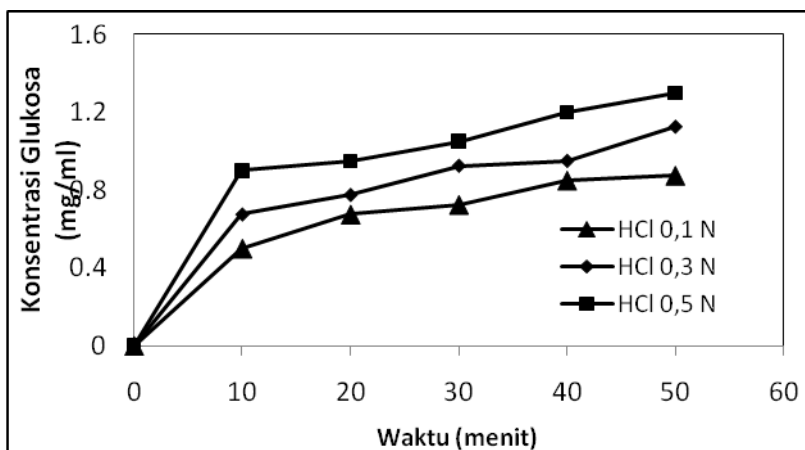
Tabel 2. Konsentrasi Glukosa hasil percobaan

No	Waktu (menit)	Konsentrasi Glukosa (mg/ml)		
		HCl 0,1 N	HCl 0,3 N	HCl 0,5 N
1	0	0	0	0
2	10	0,5	0,675	0,9
3	20	0,675	0,775	0,95
4	30	0,725	0,925	1,05
5	40	0,85	0,95	1,2
6	50	0,875	1,125	1,3

Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah produk reaksi adalah waktu reaksi. Semakin lama waktu reaksi, produk yang dihasilkan juga semakin besar. Tetapi kita harus membatasi waktu reaksi, dengan membandingkan antara biaya yang diperlukan dan efisiensi produk yang diperoleh. Hasil percobaan memperlihatkan bahwa semakin lama waktu reaksi, konsentrasi glukosa yang diperoleh semakin besar. Hal ini disebabkan semakin lama waktu reaksi, semakin banyak pati yang akan terhidrolisis oleh air.

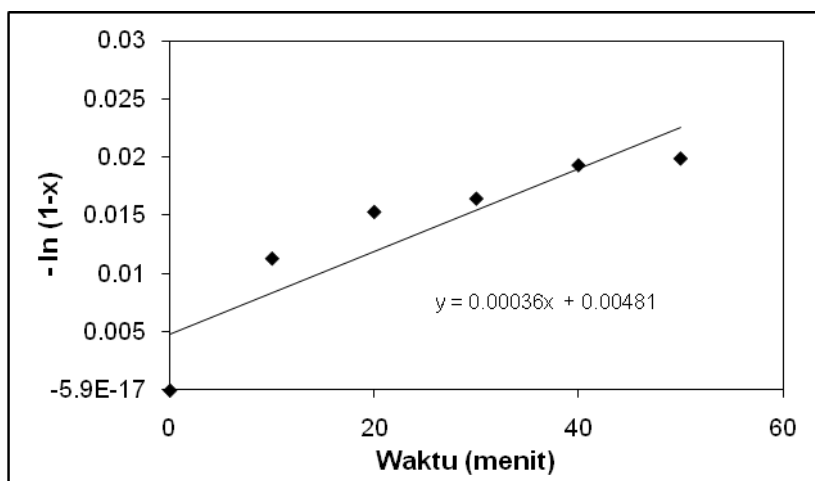
Reaksi hidrolisis pati berjalan sangat lambat. Untuk mempercepat reaksi dapat ditambahkan katalis asam atau enzim. Pada penelitian ini ditambahkan katalis asam klorida. Pada variabel konsentrasi HCl, hasil percobaan memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi HCl, konsentrasi glukosa yang diperoleh juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa jika konsentrasi katalis semakin tinggi, kecepatan reaksi juga akan semakin tinggi, sehingga dengan waktu reaksi yang sama, konsentrasi HCl yang tinggi akan menghasilkan kadar glukosa yang tinggi pula.

Grafik hubungan antara waktu reaksi dengan konsentrasi glukosa untuk semua konsentrasi HCl yang digunakan diperlihatkan pada Gambar 3

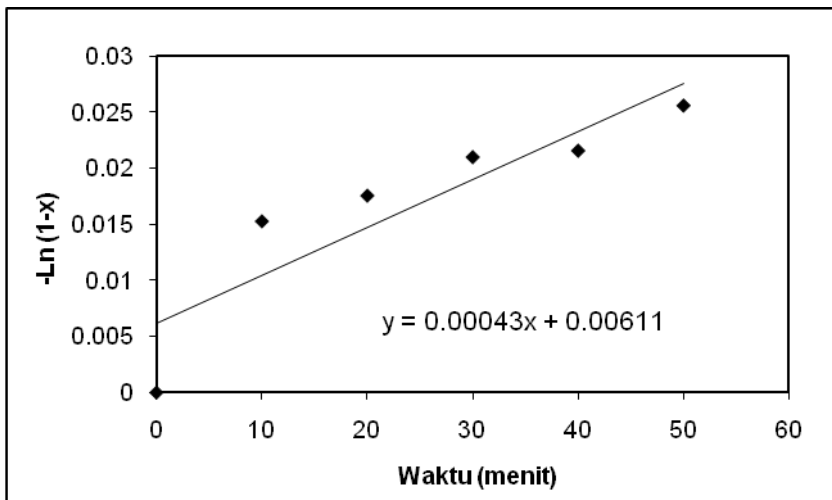


Gambar 3. Hubungan antara waktu reaksi dengan konsentrasi glukosa yang dihasilkan

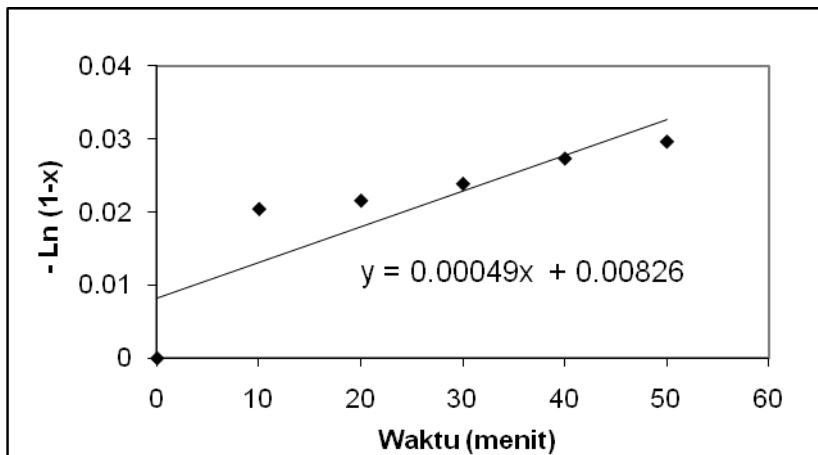
Data konsentrasi glukosa hasil percobaan selanjutnya digunakan untuk menghitung konversi reaksi. Konversi reaksi adalah perbandingan jumlah pati yang bereaksi menjadi glukosa dengan jumlah pati mula-mula. Hasil perhitungan konversi reaksi digunakan untuk membuat grafik hubungan $-\ln(1-x)$ dengan waktu. Dari slope grafik tersebut akan diperoleh harga kecepatan reaksi.



Gambar 4. Hubungan antara waktu reaksi dengan $-\ln(1-x)$ untuk HCl 0,1 N



Gambar 5. Hubungan antara waktu reaksi dengan $-\ln(1-x)$ untuk HCl 0,3 N



Gambar 6. Hubungan antara waktu reaksi dengan $-\ln(1-x)$ untuk HCl 0,3 N

Slope dari grafik pada Gambar 4, 5, dan 6 menyatakan kecepatan reaksi sesuai dengan persamaan (4). Harga kecepatan reaksi untuk masing-masing konsentrasi HCl dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Harga kecepatan reaksi pada variabel konsentrasi HCl

No.	Konsentrasi HCl	k' (1/menit)
1	0,1 N	0,00036
2	0,3 N	0,00043
3	0,5 N	0,00049

Pada Tabel 3 tampak semakin tinggi konsentrasi HCl, semakin besar pula konstanta kecepatan reaksi (k) yang didapat. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan akan menyebabkan energi aktivasi reaksi akan menjadi kecil, sehingga mengakibatkan kecepatan reaksi menjadi tinggi.

KESIMPULAN

Reaksi hidrolisa pati talas dilakukan pada suhu 100 °C dengan pengadukan dan katalis HCl. Semakin lama waktu reaksi hidrolisa, konsentrasi glukosa yang diperoleh semakin tinggi. Semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan, semakin tinggi pula kadar glukosa yang didapat. Hal ini karena semakin tinggi konsentrasi HCl, kecepatan reaksi hidrolisa menjadi semakin tinggi. Dari penelitian, kecepatan reaksi yang diperoleh adalah: HCl 0,1 N mempunyai $k = 0,00036$ menit⁻¹; HCl 0,3 N mempunyai $k = 0,00043$ menit⁻¹; HCl 0,5 N mempunyai $k = 0,00049$ menit⁻¹.

DAFTAR DAN ARTI LAMBANG

A	= Pati
B	= Air
C	= Glukosa
C_A	= Konsentrasi pati, gr/l
C_{A0}	= Konsentrasi pati mula-mula, gr/l
C_B	= Konsentrasi air, gr/l
k	= Konstanta kecepatan reaksi, 1/menit
$-r_A$	= Kecepatan reaksi, gr/l/menit
t	= Waktu reaksi
x	= Konversi pati

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1990. Lembar Informasi Departement Pertanian.
- Agra, I.B., Warnijati, S., dan Pudjianto, B. 1973. Hidrolisis Pati dari Ketela Rambat pada Suhu Lebih dari 100 °C, Forum Teknik. 115-129.
- Kerr, R.W.1950. Chemistry and Industry of Starch, second edition, Academic Press Inc Publishing. New York.
- Levenspiel, O. 1972. Chemical Reaction Engineering. second edition. John Wiley & Sons. New York.
- Matz, S.A. 1970. Cereal Technology. The Avi Publishing Co. Inc. West Port. Connecticut.
- Mulyanto. 2000. Kinetika Reaksi Hidrolisis Kanji Jagung dan Kanji Singkong Menjadi Sirup Glukosa. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2000. UNDIP. Semarang.
- Slamet D.S dan Tarkotjo Ig. 1980. Majalah Gizi dan Makanan Jilid 4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Depkes RI. Jakarta
- Sudarmadji, S, Haryono B, dan Suhandi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. edisi 3. Yogyakarta.
- Winarno, F, G. 1988. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.

Yustinah. 2007. Pengaruh Konsentrasi Katalis HCl Terhadap Hidrolisis Pati Sukun. *Kultum Majalah Ilmiah Keteknikan dan Pertanian UMJ*. Jakarta, hal.1–13 No 37 Tahun 2007.