

# KINETIKA REAKSI HIDROLISIS PATI PISANG TANDUK DENGAN KATALISATOR ASAM CHLORIDA

Murni Yuniwati, Dian Ismiyati, Reny Kurniasih  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Jl. Kalisahak no 28 Balapan Yogyakarta 55222  
Email : [murni\\_yuniwati@yahoo.com](mailto:murni_yuniwati@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Banana plant is a kind of plant that not only grows well but also reproduce easily in tropical climate, like Indonesia. Banana contains lot of starch that consists of carbohydrates that can be processed into glucose by using hydrolysis process.*

*Hydrolysis of banana starch with hydrochloric acid as a catalyst perform in a flask equipped with stirrer, thermometer, heater and cooler. The study was conducted with variable temperature and concentration of catalyst.*

*The result of the research shows that the hydrolysis reaction of banana starch with hydrochloric acid catalyst is first-order reaction. By using ratio of starch and water 1 g :100 mL, 2,5 N hydrochloric acid concentration and reaction temperature 90°C, obtained reaction rate constant  $k=0,485$  1/minutes. Reaction rate constant is a function of temperature expressed by equation :*

$$k = 1.0106 \exp(-1844/RT), \text{ in minutes}^{-1}, \text{ and reaction temperature (T) in Kelvin.}$$

*Keywords: hydrolysis, banana, starch*

## INTISARI

Tanaman pisang mudah tumbuh dan cepat berkembang biak di daerah tropis seperti di Indonesia, Buah pisang banyak mengandung pati yang terdiri atas karbohidrat yang dapat diolah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis.

Proses hidrolisis pati pisang tanduk dengan katalisator HCl dilakukan dalam labu yang dilengkapi dengan pengaduk, pendingin balik thermometer serta dipanaskan di atas pemanas. Setiap 10 menit diambil sampel untuk dianalisis.

Penelitian dilakukan dengan variabel suhu dan konsentrasi katalisator HCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk menggunakan katalisator HCl merupakan reaksi order satu semu.

Dengan menggunakan perbandingan pati dan air 1 g:100 mL, konsentrasi HCl 2,5 N dan suhu 90°C diperoleh nilai konstanta kecepatan reaksi  $k= 0.007383$  1/menit. Nilai konstanta kecepatan reaksi merupakan fungsi suhu yang dinyatakan dengan persamaan:

$$k = 1.0106 \exp(-1844/RT), \text{ dalam menit}^{-1} \text{ dengan temperatur reaksi (T) dalam Kelvin}$$

Kata kunci: hidrolisis, pisang, pati

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pisang tanduk merupakan tanaman yang mudah tumbuh, buah yang dihasilkan sangat melimpah, mempunyai rasa yang tidak terlalu manis dan sepet, biasanya hanya digunakan sebagai makanan ternak burung. Untuk lebih mengoptimalkan fungsinya, pisang dapat dibuat menjadi bahan lain yang lebih bermanfaat antara lain glukosa. Buah pisang mengandung pati yang bisa dipisahkan dan diolah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis. Proses hidrolisis pati pisang dilakukan dengan cara mereaksikan pati pisang dengan air berlebihan menggunakan katalisator asam. Untuk merancang reaktor yang dapat digunakan untuk

hidrolisis pisang tanduk, baik ukuran/dimensi serta kondisi operasinya diperlukan data kinetika dari reaksi tersebut. Untuk itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengamatan untuk memperoleh data kinetika tersebut antara lain bentuk persamaan kecepatan reaksi, nilai konstanta kecepatan reaksi, serta faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kecepatan reaksinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk menjadi glukosa dengan menggunakan katalisator asam klorida HCl.

Untuk merancang reaktor hidrolisis pati pisang tanduk, diperlukan data kinetika reaksi antara lain bagaimana bentuk persamaan kecepatan reaksinya dan berapa nilai konstanta kecepatan reaksinya. Kemudian dari data kinetika maupun data termodinamikanya, dapat ditentukan ukuran reaktor dan kondisi operasi yang baik untuk reaksi tersebut.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah hanya untuk mengetahui kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk menjadi glukosa menggunakan katalisator HCl dengan variabel konsentrasi katalisator dan suhu reaksi.

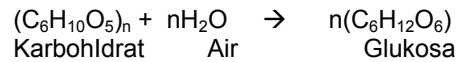
### Tinjauan Pustaka

Pisang adalah tanaman buah yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman ini kemudian menyebar ke daerah Afrika dan Amerika Tengah. Klasifikasi tanaman pisang adalah divisi *Spermatophyta*, sub divisi *Angiospermae*, kelas *Musaceae*, genus *Musa* dan spesies *Musa spp.* Tanaman pisang (*Musa paradisiaca*) mudah tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Sejak mulai ditanam sampai berbuah, tanaman ini memerlukan waktu kira-kira satu tahun. Rata-rata setiap pohon dapat menghasilkan 5 sampai 10 kg buah.

Pati atau karbohidrat dapat diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan seperti ketela pohon, ketela rambat, padi, pisang dan sebagainya. Di dalam tumbuh tumbuhan, pati disimpan dalam batang, akar, buah atau biji sebagai cadangan makanan (Agra dkk., 1973). Ditinjau dari rumus kimianya pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro monosakarid dengan rumus umum  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Penyusun utama pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan melalui ikatan 1-4 glukosida, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun atas 1-4 $\alpha$  glikosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 $\alpha$  glukosida (Kirk and Othmer, 1954).

Hidrolisis adalah suatu reaksi peruraian antara suatu senyawa dengan air agar senyawa tersebut pecah atau terurai. Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menyerang pati pada ikatan 1-4 $\alpha$  glukosida menjadi rantai yang lebih pendek (Dlouhy and Kott, 1948). Hasilnya berupa dekstrin, sirup atau glukosa, tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam pati. Jika perbandingan suspensi dan waktu tepat, dekstrin yang terbentuk akan terhidrolisis menjadi glukose (Groggins, 1958). Reaksi hidrolisis pati

berlangsung menurut persamaan reaksi berikut (Dlouhy and Kott, 1948):

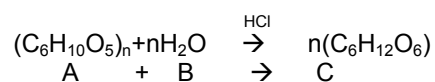


Reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, sehingga perlu bantuan katalisator, bisa berupa enzim atau asam. Katalisator yang sering digunakan adalah katalisator asam (Groggins, 1958), Katalisator asam yang sering digunakan adalah asam klorida, asam sulfat, asam nitrat (Agra dkk, 1973) dan asam yang sering digunakan dalam industri adalah asam klorida (HCl) karena garam yang terbentuk tidak berbahaya yaitu garam dapur (NaCl). Disamping katalisator asam, dapat juga digunakan katalisator enzim yang berasal dari fungi atau bakteri, sering juga dipakai kombinasi dari keduanya (Redyowati dkk., 1965). Hidrolisis tepung untuk mendapatkan sirup atau gula cair dibuat pada kondisi operasi 140-150°C dan waktu reaksi sekitar 20 – 25 menit (Groggins, 1958). Reaksi hidrolisis dengan suhu tinggi biasanya dilakukan pada tekanan lebih besar dari satu atmosfer supaya bahan tetap pada fase cair (Agra dkk., 1973).

Glukosa adalah suatu gula monosakarida yang merupakan salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi manusia, hewan dan tumbuhan. Glukosa merupakan salah satu hasil utama fotosintesis dan awal dari respirasi. Bentuk alami D-glukosa disebut juga dekstrosa adalah heksosa-mono sakharida yang mengandung enam atom karbon dengan berat molekul 180,18. Glukosa juga merupakan aldehyd (-CHO). Lima karbon dan satu oksigennya membentuk cincin yang disebut cincin piranosik bentuk stabil untuk aldosa berkarbon enam. Glukosa dan fruktosa diikat secara kimiawi menjadi sukrosa. Pati, selulosa dan glikogen merupakan polimer glukosa (Kirk and Othmer, 1954).

### Landasan Teori

Persamaan reaksi hidrolisis pati pisang tanduk dapat dituliskan sebagai berikut:



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

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

dimana:

$r_A$  = kecepatan berkurangnya A, (gmol/(L menit))

$C_A$  = Konsentrasi pati, gmol/L

$C_B$  = Konsentrasi air, gmol/L

$C_C$  = Konsentrasi glukosa, 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:

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

Dimana  $kC_B^n$  dianggap konstan =  $k'$

Apabila  $m=1$  maka

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

Hasil integrasi dari waktu  $t=0$  hingga  $t=t$  dengan  $C_A=C_{A0}$  hingga  $C_A=C_A$  adalah sbb.:

$$-\ln \frac{C_A}{C_{A0}} = kt \dots\dots\dots(4)$$

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

$$C_A = C_{A0} - C_{A0}x = C_{A0}(1-x) \dots\dots\dots(5)$$

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

Maka persamaan 6 dapat dapat dinyatakan:

$$-\ln(1-x) = kt \dots\dots\dots(7)$$

(Levenspiel, 1972)

Apabila dibuat 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. Tetapi, apabila bukan garis lurus maka dicoba orde reaksi yang lain misalnya reaksi orde 2.

Apabila  $m=2$  maka

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A^2 \dots\dots\dots(8)$$

$$-\frac{C_{A0}d(1-x)}{dt} = k \{C_{A0}(1-x)\}^2 \dots\dots\dots(9)$$

$$-\frac{d(1-x)}{(1-x)^2} = k C_{A0} dt \dots\dots\dots(10)$$

Hasil integrasi dari waktu  $t=0$  hingga  $t=t$  dengan  $x=0$  hingga  $x=x$  adalah sbb.:

$$\frac{x}{(1-x)} = k C_{A0} t \quad (\text{Levenspiel, 1972})$$

Apabila dibuat grafik hubungan  $\frac{x}{(1-x)}$

versus  $C_{A0} t$  maka akan mendekati garis lurus dan konstanta kecepatan reaksinya adalah gradien dari garis tersebut. Apabila tidak merupakan garis lurus dicoba orde lain.

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:

$$k = A e^{-\frac{E}{RT}} \dots\dots\dots(11)$$

dengan

$k$  = konstanta kecepatan reaksi

$A$  = frekuensi tumbukan

$T$  = suhu reaksi, K

$E$  = tenaga aktivasi, cal/gmol

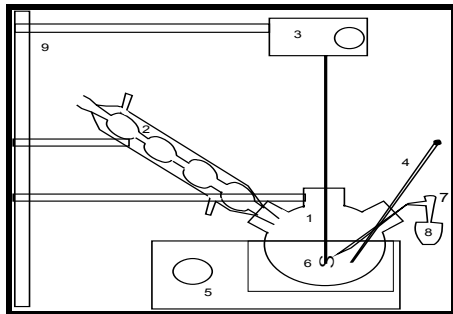
$R$  = tetapan gas, cal/(gmol K)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar dengan semakin berkurangnya energi aktivasi dan semakin besarnya suhu. Energi aktivasi dapat diperkecil dengan menggunakan katalisator. Sedangkan suhu reaksi dibuat tinggi dengan mempertimbangkan ketahanan bahan serta keseimbangan reaksi.

### Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap yaitu tahap persiapan bahan (pembuatan pati), tahap kedua, proses hidrolisis dan tahap ketiga, analisis hasil. Pisang tanduk diparut kemudian ditambahkan air dan dicampur dengan sempurna. Kemudian disaring untuk memisahkan antara ampas dan filtrat. Filtrat yang diperoleh dibiarkan satu hari sampai terbentuk endapan pati. Pati dipisahkan dan dikeringkan. Pati dengan kadar tertentu dimasukkan ke dalam larutan HCl (HCl dan air) dengan konsentrasi tertentu, HCl berfungsi sebagai katalisator dan air

sebagai pereaksi. Reaksi dijalankan dalam rangkaian alat hidrolisis yang dapat dilihat pada Gambar 1. Reaksi dilakukan pada suhu tertentu yang divariasikan. Setiap selang waktu tertentu diambil sampel untuk dianalisis menggunakan spectrophotometer untuk mengetahui kadar glukosa dalam larutan.



**Keterangan :**

- 1. Labu leher tiga
- 2. Pendingin balik
- 3. Motor pengaduk
- 4. Termometer
- 5. Water bath
- 6. Pengaduk
- 7. Pengambil sampel
- 8. Penampung
- 9. Statif

Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisis

**PEMBAHASAN**

Untuk mempelajari kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk dilakukan penelitian dengan variasi suhu dan variasi konsentrasi katalisator HCl.

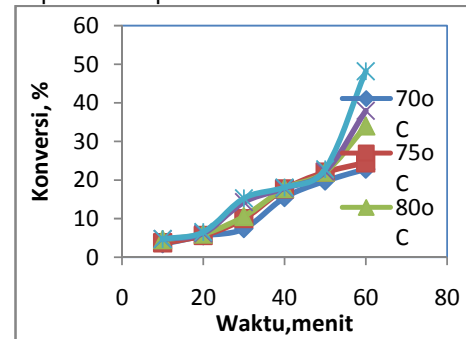
Dengan diketauinya kadar glukosa dalam larutan hasil, maka dengan hukum stoichiometris dapat dihitung jumlah pati yang bereaksi, kemudian dapat dihitung konversi dari pati yaitu perbandingan massa pati yang bereaksi dengan massa pati mula mula.

Data hasil penelitian kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk menggunakan katalisator HCl dengan variable suhu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara konversi dan suhu reaksi pada berbagai waktu (perbandingan pati : air = 1 g : 100 mL, konsentrasi HCl 2,5N)

Waktu, menit	Konversi (%) Pada Berbagai Suhu (°C)				
	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C
10	3,49	3,72	4,57	4,67	4,72
20	5,54	5,62	6,03	6,18	6,51
30	7,41	9,99	10,59	14,28	15,27
40	15,46	17,68	17,81	17,83	18,09
50	19,76	22,03	22,06	22,19	22,80
60	22,83	24,47	34,03	37,94	48,19

Hubungan waktu dengan konversi pada berbagai suhu dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



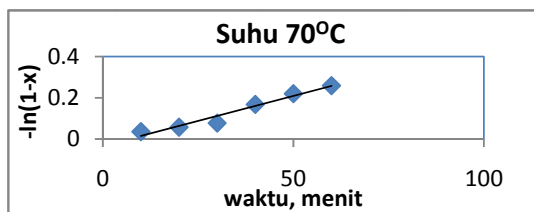
Gambar 2. Hubungan waktu dengan konversi pada berbagai suhu reaksi

Dari Tabel 1. dan Gambar 2 dapat dilihat 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 pada waktu yang sama, semakin besar suhu reaksi, konversi semakin besar pula konversinya. Hal ini disebabkan semakin besar suhu maka gerakan molekul molekul reaktan semakin kuat sehingga kemungkinan bertumbuhkannya semakin besar dan kecepatan reaksi pun semakin besar.

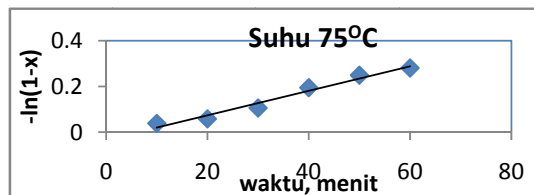
Seperti telah dijelaskan di depan, untuk mengetahui order reaksi dan nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis ini, dicoba order satu. Maka dengan menggunakan neraca massa akan diperoleh persamaan hubungan konversi (x) dengan waktu (t) yaitu  $-\ln(1-x)=kt$ , sehingga apabila dibuat grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan waktu (t), akan berupa garis lurus. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 7.

Tabel 2. Hubungan antara  $-\ln(1-x)$  dan waktu pada berbagai suhu. (perbandingan pati : air = 1 g : 100 mL, konsentrasi HCl 2,5N)

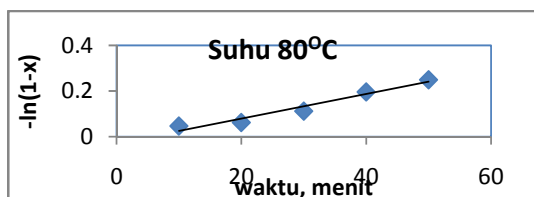
Waktu, menit	$-\ln(1-x)$ pada berbagai suhu				
	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C
10	0,035	0,037	0,046	0,048	0,048
20	0,057	0,057	0,062	0,067	0,067
30	0,077	0,105	0,111	0,165	0,165
40	0,167	0,194	0,196	0,199	0,199
50	0,220	0,248	0,249	0,258	0,258
60	0,259	0,280	0,415	0,477	0,657



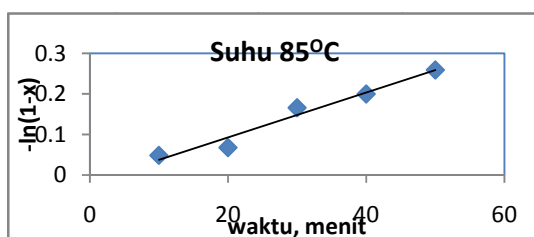
Gambar 3. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  pada 70oC



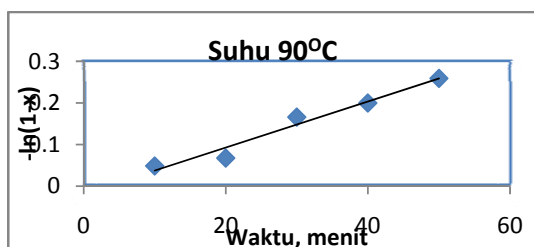
Gambar 4. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  pada 75oC



Gambar 5. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  pada 80oC



Gambar 6. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  pada 85°C



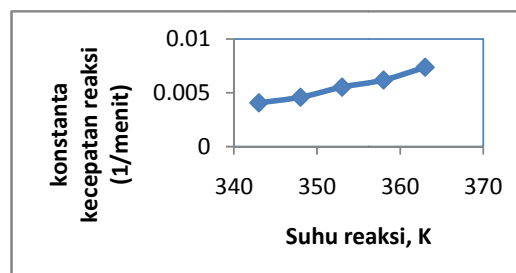
Gambar 7. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  pada 90°C

Dari hasil perhitungan dan pengamatan ternyata reaksi hidrolisis pati pisang tanduk dalam penelitian ini merupakan reaksi order satu semu, terlihat dari grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan waktu yang berupa garis lurus. Nilai konstanta kecepatan reaksi merupakan gradient dari garis tersebut yang dapat dihitung menggunakan metode *least square*, sehingga

dapat dilihat bagaimana pengaruh suhu reaksi terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi, hasil perhitungan dapat dilihat pada Table 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Hubungan suhu dengan konstanta kecepatan reaksi.

Suhu, K	Konstanta kecepatan reaksi, k (1/menit)
343	0.004074
348	0.004589
353	0.005531
358	0.006193
363	0.007383



Gambar 8. Hubungan antara suhu reaksi dengan konstanta kecepatan reaksi.

Dari Tabel 3 dan Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin besar suhu reaksi maka semakin besar pula konstanta kecepatan reaksi. Pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius

$$k = 1,0106 e^{\frac{1844}{RT}}$$

$k$  = Konstanta kecepatan reaksi, 1/menit

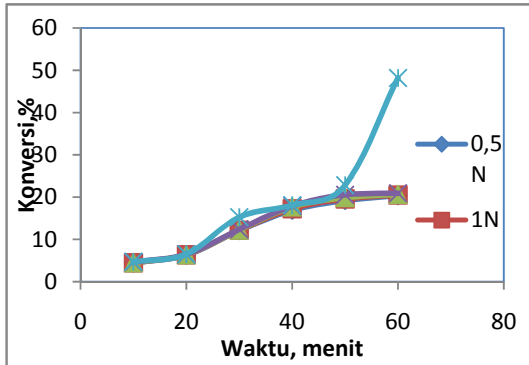
$T$  = Suhu reaksi, K

Data hasil penelitian kinetika reaksi hidrolisis pati pisang tanduk menggunakan katalisator HCl dengan variable konsentrasi HCl dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan antara konversi dan konsentrasi HCl pada berbagai waktu (perbandingan pati : air = 1 g:100 mL, suhu 90°C)

Waktu, menit	Konversi (%) Pada Berbagai Konsentrasi HCl (N)				
	0,5N	1N	1,5N	2N	2,5N
10	4,44	4,46	4,51	4,62	4,72
20	6,31	6,36	6,41	6,46	6,51
30	12,13	12,18	12,23	12,38	15,28
40	16,92	17,23	17,70	17,91	18,09
50	19,22	19,57	19,91	20,58	22,81
60	20,37	20,50	20,66	20,94	48,19

Hubungan waktu dengan konversi pada berbagai konsentrasi katalisator (HCl) dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 9.



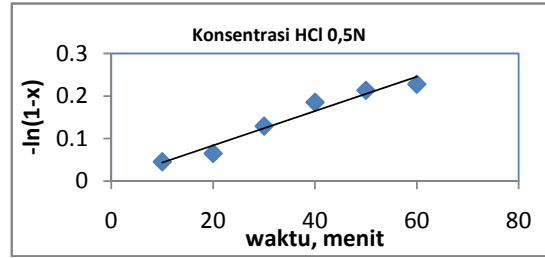
Gambar 9. Hubungan waktu reaksi dengan konversi pada berbagai konsentrasi HCl

Dari Tabel 4 dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk reaksi maka 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 pada waktu yang sama, semakin besar konsentrasi katalisator, konversi semakin besar. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi katalisator energi aktivasi semakin kecil sehingga semakin mudah bereaksi.

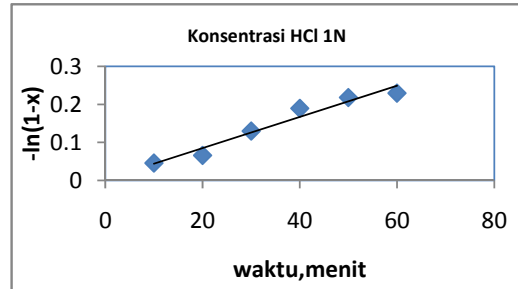
Orde reaksi dan nilai konstanta kecepatan reaksi hidrolisis ini, dihitung dengan menggunakan persamaan neraca massa untuk reaksi orde satu yaitu  $-\ln(1-x)=kt$ , Hasil perhitungan dapat dilihat pada Table 5 dan grafik dapat dilihat pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 14.

Tabel 4. Hubungan antara  $-\ln(1-x)$  dengan konsentrasi HCl pada berbagai waktu (perbandingan pati : air = 1:100, suhu 90°C)

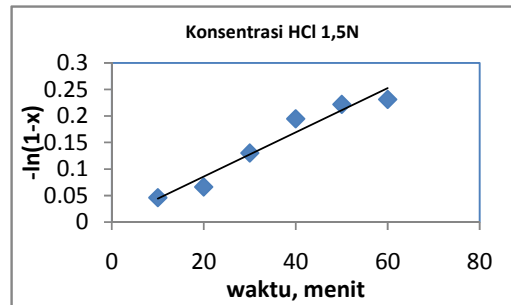
Waktu, menit	-ln(1-x) pada berbagai konsentrasi HCl				
	0,5N	1N	1,5N	2N	2,5N
10	1,235	1,243	1,258	1,286	1,314
20	1,669	1,679	1,689	1,698	1,707
30	2,409	2,413	2,418	2,432	2,658
40	2,767	2,787	2,816	2,828	2,838
50	2,903	2,922	2,939	2,974	3,082
60	2,964	2,970	2,978	2,993	3,854



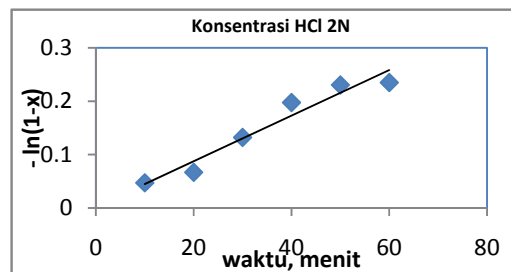
Gambar 10. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan t dengan konsentrasi HCl 0,5N



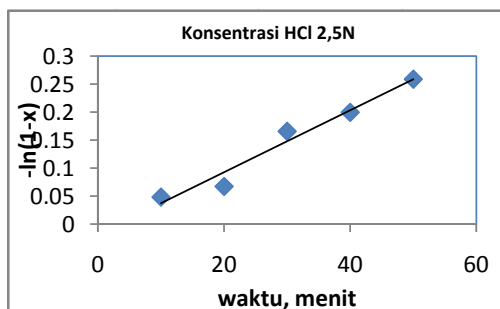
Gambar 11. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan t dengan konsentrasi HCl 1N



Gambar 12. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan t dengan konsentrasi HCl 1,5N



Gambar 13. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan t dengan konsentrasi HCl 2N

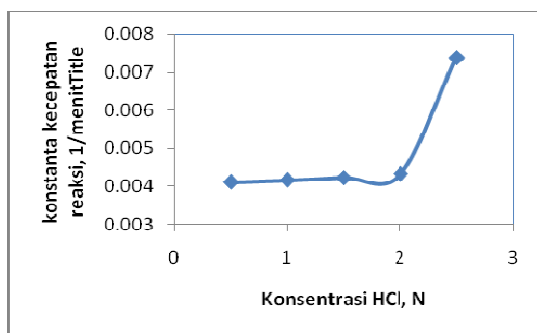


Gambar 14. Grafik hubungan  $-\ln(1-x)$  dengan  $t$  dengan konsentrasi HCl 2,5N

Dari hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa reaksi merupakan reaksi order satu sedang pengaruh konsentrasi katalisator terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi, dapat dilihat pada Table 6 dan Gambar 15.

Tabel 6. Hubungan konsentrasi HCl dengan konstanta kecepatan reaksi.

Konsentrasi HCL, N	Konstanta kecepatan reaksi, k (1/menit)
0.5	0.004109
1	0.004165
1.5	0.004229
2	0.004317
2.5	0.007383



Gambar 15. Hubungan konsentrasi HCl dengan konstanta kecepatan reaksi

## KESIMPULAN

1. Hidrolisis pati pisang tanduk menghasilkan glukosa, reaksi yang terjadi merupakan reaksi order satu semu terhadap pati

2. Pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan reaksi, mengikuti persamaan Arrhenius:

$$k = 1,0106 e^{-\frac{1844}{RT}}$$

dengan

$k$  =Konstanta kecepatan reaksi, 1/menit

$T$  =Suhu reaksi , K

3. Sampai dengan konsentrasi katalisator HCl 2,5 N, semakin besar konsentrasi HCl, maka semakin besar pula konstanta kecepatan reaksi.
4. Dengan menggunakan perbandingan pati dan air 1 g:100 mL, konsentrasi HCl 2,5 N dan suhu 90°C diperoleh nilai konstanta kecepatan reaksi  $k = 0.007383$  1/menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I.B., Wairniyati,S. dan Pujiyanto,1973, Hidrolisis Ketela Rambat pada Suhu Lebih dari 100°C, Forum Teknik Jilid 3. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Dlouhy,J.E., and Kott, 1948, Continous hidrolisis of Corn Starch, Chem Eng Progress, 44, p.899.
- Groggins, P.H.,1958, Unit Processes in Organic Synthesis, 2 ed., pp 775-777, McGraw Hill Kogakusha, Ltd, Tokyo.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F, 1951, **Encyclopedia of Chemical Technology**, vol. 5, pp. 781-790, Interscience Incyclopedia Inc., New York.
- Levenspiel, O., 1972" Chemical Reaction Engineering, 2 ed.,p 299, Affiliated East West Press DVT, Ltd, New Delhi
- Redyowati dan Hascaryo, 1984, Hidrolisis Sorgum untuk memperoleh Gula Cair, Forum Teknik, 14 Hal. 1-10, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.