

## PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI KATALIS PADA KINETIKA REAKSI HIDROLISIS TEPUNG KULIT KETELA POHON

Endang Mastuti\*, Dwi Ardiana Setyawardhani

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

\*Email : endangmastuti@gmail.com

**Abstract** : *After peeled, cassava bark is usually just thrown away or being used for fodder. Cassava bark mainly consists of carbohydrate, and potentially to convert it to be glucose by acid hydrolysis. The objectives of this research are to determine acid concentration, reaction time and temperature effects to glucose-yield. The experiment was developed in three-necked bottle equipped with thermometer, stirrer and heater. Hydrochloric acid was used as catalyst. The higher concentration of the acid gave the higher concentration of glucose. It was the same as the effect of time and reaction temperature. The highest glucose concentration was resulted on 0.1 N hydrochloric acid concentration, at the boiling point and 60 minutes reaction. The reaction rate constant was 0.0003/minute.*

**Keywords** : *cassava bark, hydrolysis, glucose*

### PENDAHULUAN

Bahan baku utama dalam industri tapioka adalah ubi kayu / singkong. Limbah padat dari industri tapioka meliputi onggok / ampas dan kulit ketela pohon. Selain dari industri tapioka, kulit ketela pohon juga banyak terdapat dalam sampah rumah tangga. Secara kimia, limbah padat tersebut terdiri dari karbohidrat dan sejumlah kecil protein, lemak, abu serta air. Kulit ketela pohon yang masih banyak mengandung karbohidrat ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa dengan cara hidrolisis. Untuk mendapatkan konversi sebesar-besarnya pada proses hidrolisis kulit ketela pohon menjadi glukosa, perlu dipelajari kondisi prosesnya. Kulit ketela pohon yang dibuang sebagai sampah kira – kira 15% dari berat ketela pohon yang dikupas.

Rahmawati dkk (2009) telah melakukan penelitian serupa, yakni hidrolisis pati kulit ketela pohon. Penelitian tersebut dilakukan dengan bahan baku pati dari kulit ketela pohon. Di samping itu juga tidak dipelajari pengaruh temperatur dan konsentrasi katalis terhadap glukosa yang diperoleh. Sementara itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sirup glukosa dengan cara hidrolisis asam dari tepung kulit ketela pohon, serta mencari pengaruh suhu, waktu dan konsentrasi terhadap hasil glukosa.

Tanaman ketela pohon atau *Manihot Utilissima Phol*, adalah pohon tahunan tropis dan subtropis. Ketela pohon merupakan tanaman berkayu, beruas-ruas dan panjang, ketinggiannya bisa mencapai 3 meter atau lebih.

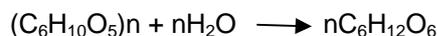
Ketela pohon atau singkong merupakan umbi atau akar pohon yang panjangnya antara 20 – 80 cm dan bergaris tengah 5 – 10 cm tergantung jenis ketela pohon yang ditanam.

Komponen utama ketela pohon atau ketela pohon adalah karbohidrat (34%), air (62.5%) dan sisanya terdiri dari protein, lemak dan abu. Menurut Grace (1977), persentase kulit ketela pohon yang dihasilkan antara 8 – 15% dari berat ketela pohon yang dikupas, dengan kandungan karbohidrat sekitar 50% dari kandungan karbohidrat bagian umbinya.

Pati dapat diperoleh dari berbagai jenis tumbuhan seperti umbi-umbian, padi, jagung, buah pisang dan lain-lain. Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro 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 dengan ikatan 1-4 glukosa, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari 1-4 glukosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 glukosida (Kirk and Othmer, 1978). Karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati, baik sebagai kandungan gula sederhana, hexosa, pentosa maupun yang mempunyai berat molekul tinggi seperti pati, pektin, selulosa dan pentosan.

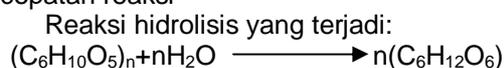
Dalam proses hidrolisis rantai polisakarida tersebut dipecah menjadi monosakarida-monosakarida (Kirk-Othmer, 1983). Hidrolisis adalah pemecahan suatu senyawa menggunakan air. Hidrolisis dengan larutan asam biasanya menggunakan larutan

asam encer, dimana kecepatan reaksinya sebanding dengan konsentrasi asam (Groggins, 1958). Reaksi hidrolisis pati dituliskan sebagai berikut :



Tetapi reaksi antara air dan pati jalannya sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar keaktifan air. Katalisator yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Bila hidrolisis dilakukan dengan bantuan katalisator asam, - hasil reaksi harus dinetralkan dulu dengan basa - untuk menghilangkan sifat asamnya. Dalam industri umumnya digunakan asam klorida sebagai katalisator. Pemilihan ini didasarkan bahwa garam yang terbentuk setelah penetralan hasil merupakan garam yang tidak berbahaya, yaitu garam dapur.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati antara lain : suhu reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi asam dan kadar suspensi pati. Dari kinetika reaksi kimia, semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi, seperti yang diberikan oleh persamaan Arrhenius. Tetapi jika berlangsung pada suhu yang terlalu tinggi konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang (warna larutan hasil semakin tua). Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar sampai pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali. Karena pati tidak larut dalam air, maka pengadukan perlu sekali dilakukan agar persentuhan butir-butir pati dengan air dapat berlangsung dengan baik. Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi, sesuai dengan persamaan Arrhenius. Jadi makin banyak asam yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis, dan dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat. Tetapi penggunaan asam sebagai katalisator sedapat mungkin terbatas pada nilai terkecil agar garam yang tersisa dalam hasil setelah penetralan tidak mengganggu rasa manis. Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat. Penggunaan air yang berlebihan akan memperbesar penggunaan energi untuk pemekatan hasil. Sebaliknya, jika pati berlebihan, tumbukan antara pati dan air akan berkurang sehingga mengurangi kecepatan reaksi



Dari persamaan reaksi diatas bila dianggap reaksi elementer dan reaksi samping diabaikan, maka persamaan kecepatan reaksinya adalah:

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

dengan :

$C_A$  = konsentrasi pati

$C_B$  = konsentrasi air

Karena konsentrasi B sangat besar, maka konsentrasi B dapat dianggap tetap untuk setiap harga n. Maka persamaan (1) menjadi:

$$r_A = k' C_A \text{ dengan } k' = k C_B^n$$

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

dengan  $C_A = C_{A0} (1-x)$  maka jika persamaan (2) diselesaikan dengan batas t dari 0 sampai t dan x dari 0 sampai x maka akan diperoleh persamaan kecepatan reaksi yang menjadi operasional sebagai berikut:

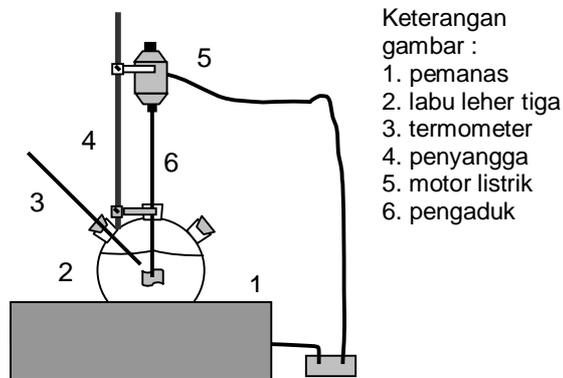
$$\ln (1-x) = -k' t + K \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan hubungan konversi reaksi (x) dengan waktu (t). Konversi reaksi merupakan perbandingan jumlah glukosa yang terbentuk jumlah pati mula-mula dan K adalah suatu tetapan (Levenspiel,1972).

**METODE PENELITIAN**

Bahan baku yang digunakan adalah kulit ketela pohon, larutan HCl, air, glukosa anhidrat dan larutan Fehling.

Alat-alat yang digunakan adalah labu leher tiga, pendingin, pengaduk, pemanas, termometer dan peralatan gelas yang lain. Susunan alat digambarkan pada gambar sebagai berikut :



- Keterangan gambar :
1. pemanas
  2. labu leher tiga
  3. termometer
  4. penyangga
  5. motor listrik
  6. pengaduk

**Gambar 1. Rangkaian alat hidrolisis kulit ketela pohon**

Kulit ketela pohon (bagian putihnya) dijemur lalu dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan ukuran tepung kulit ketela pohon yang seragam. Sebelum dihidrolisis, tepung dianalisa kadar pati dan kadar airnya. Menimbang sebanyak 75 gr tepung kulit ketela pohon lalu merangkai alat untuk hidrolisis. Membuat 750 ml larutan HCl dengan berbagai konsentrasi (0,05 N, 0,1N, 0,15N, 0,2N). Memasukkan larutan HCl ke dalam labu leher tiga, memanaskan sampai suhu didih kemudian tepung kulit ketela pohon yang telah ditimbang dimasukkan. Dilakukan pemanasan dan pengadukan pada suhu didihnya selama 80 menit dan diambil sampel setiap 10 menit lalu dianalisa kadar glukosanya dengan metode Lane-Eynon. Mengulangi hal yang sama untuk konsentrasi larutan HCl yang lain. Pada percobaan dengan variasi suhu, dilakukan dengan cara yang sama dengan percobaan diatas, dengan konsentrasi larutan HCl tetap 0,1N pada berbagai suhu: 70, 80, 90, 103 °C (suhu didih).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

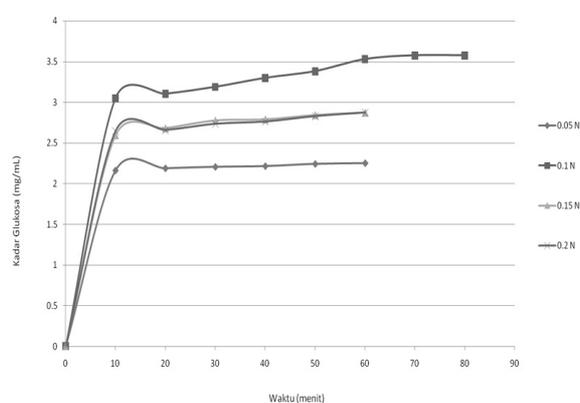
Penelitian ini dilaksanakan untuk mempelajari pengaruh konsentrasi asam dan suhu proses terhadap jumlah glukosa hasil hidrolisis kulit ketela pohon.

Variasi konsentrasi asam klorida yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 0,05 N, 0,1 N, 0,15 N dan 0,2 N. Berdasar Tabel 1 dan Gambar 2 diperoleh informasi bahwa semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan, maka kadar glukosa yang diperoleh juga semakin meningkat. Pada percobaan yang dilakukan digunakan juga konsentrasi HCl diatas 0,1 N yaitu 0,15 N dan 0,2 N, tetapi diperoleh hasil kadar glukosa yang lebih kecil, sehingga konsentrasi HCl optimum adalah 0,1 N. Hal yang sama juga terjadi terhadap kenaikan waktu proses; semakin lama waktu proses, maka jumlah glukosa yang terbentuk juga semakin banyak. Dengan demikian berdasarkan hasil percobaan, pembentukan glukosa mencapai hasil maksimum ketika digunakan konsentrasi HCl 0,1 N pada menit ke-60.

Pengaruh suhu reaksi terhadap kadar glukosa dipelajari untuk konsentrasi HCl 0,1 N dengan berat bahan yang digunakan 75 gram dalam larutan HCl 750 ml dan variasi suhu yang digunakan adalah 70, 80, 90, 103°C (suhu didih). Data kadar glukosa terhadap waktu pada berbagai variasi suhu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

**Tabel 1. Data kadar glukosa setiap waktu pada berbagai konsentrasi HCl**

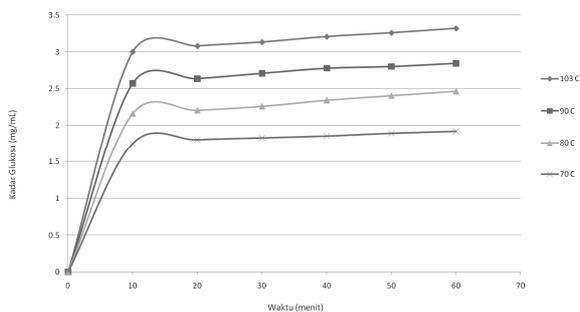
Waktu (menit)	Kadar Glukosa (mg/ml)			
	0.05 N	0.1 N	0.15 N	0.2 N
10	2.16537	3.05371	2.59857	2.64903
20	2.19136	3.10606	2.68291	2.66195
30	2.20903	3.19112	2.77872	2.73683
40	2.21797	3.30134	2.79297	2.76462
50	2.24525	3.38387	2.84586	2.83104
60	2.25448	3.53169	2.87597	2.87598
70		3.57848		
80		3.57848		



**Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu (menit) Vs Kadar Glukosa (mg/mL) pada berbagai Konsentrasi HCl**

**Tabel 2. Data kadar glukosa setiap saat pada berbagai suhu**

Waktu (menit)	Kadar Glukosa (mg/ml)			
	103°C	90°C	80°C	70°C
10	3.0031	2.5741	2.1654	1.7527
20	3.0823	2.6362	2.2090	1.8043
30	3.1358	2.7096	2.2638	1.8307
40	3.2100	2.7787	2.3466	1.8554
50	3.2616	2.8018	2.4087	1.8936
60	3.3216	2.8458	2.4692	1.9200



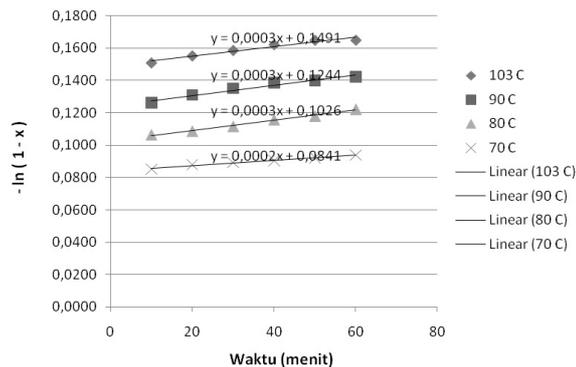
**Gambar 3. Grafik hubungan antara Waktu (menit) Vs Kadar Glukosa (mg/mL) pada berbagai suhu**

Dari Tabel 2 dan Gambar 3 nampak, semakin tinggi suhu reaksi, kadar glukosa yang diperoleh semakin besar. Kadar glukosa maksimum dicapai pada suhu didih larutan 103 °C dan menit ke-60. Dengan diketahuinya kadar glukosa pada setiap waktu pengambilan sampel, maka dapat dihitung juga konversi glukosa pada setiap waktu untuk setiap variasi suhu yang digunakan. Data yang dimaksud disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4. Nilai tetapan kecepatan reaksi diperoleh dengan linearisasi data konsentrasi,  $-\ln(1-x)$ , terhadap waktu untuk setiap variasi suhu yang digunakan. Nilai tetapan kecepatan reaksi merupakan *slope* dari garis tersebut.

**Tabel 3. Data konversi setiap saat pada berbagai suhu**

T (menit)	-ln(1-x)			
	103°C	90°C	80°C	70°C
10	0,1508	0,1261	0,1064	0,0852
20	0,1552	0,1311	0,1086	0,0880
30	0,1586	0,1351	0,1116	0,0893
40	0,1622	0,1386	0,1158	0,0905
50	0,1650	0,1401	0,1180	0,0924
60	0,1650	0,1424	0,1223	0,0939

Harga tetapan kecepatan reaksi terbesar diperoleh pada proses hidrolisis pada suhu didih larutan, yaitu sebesar 0,0003/menit dan persamaan kecepatan reaksinya adalah  $-\ln(1-x) = 0,0003t + 0,1491$ .



**Gambar 4. Grafik hubungan antara  $-\ln(1-x)$  dengan waktu pada berbagai suhu**

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengolahan data percobaan diperoleh beberapa kesimpulan. Yang pertama, pada variasi konsentrasi HCl diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kadar HCl maka kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin banyak. Kadar optimum HCl yang digunakan adalah 0,1 N. Kedua, pada variasi suhu diperoleh hasil bahwa dengan semakin meningkatnya suhu, jumlah glukosa yang diperoleh juga semakin meningkat. Suhu maksimal adalah suhu didih larutan. Sementara itu hasil yang optimum dicapai pada proses dengan konsentrasi HCl 0,1 N, waktu operasi 60 menit dan ratio berat bahan dengan larutan penghidrolisa 1:10. Tetapan kecepatan reaksi pada saat ini adalah 0.0003/menit dan persamaan kecepatan reaksinya adalah  $-\ln(1-x) = 0,0003t + 0,1491$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan pada mahasiswa Prodi DIII Salimatul Milati dan Riza Fahmi atas bantuannya memperoleh data-data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, JE and Ollis, DF, 1986, Bio Chemical Engineering Fundamental, Mc Graw Hill Int Edition, Singapore.
- Fessenden, 1982, "Kimia Organik", edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Groggins, P.H., 1958, "Unit Processes In Organik Syntetic", 5th edition, Mc Graw Hill, Kogakusha, Ltd, Tokyo.
- Kirk, R.E., and Othemer D,F 1983, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 5, The Interscience Encyclopedia Inc, New York.

---

Rahmawati, S. dan Martiyah, S., 2009, Hidrolisis Pati Kulit Ketela Pohon, Laporan Penelitian Jurusan Teknik Kimia FT UNS, Surakarta.

Winarno, FG, 1982, Pengantar Tehnologi Pangan, PT. Gramedia, Jakarta.