

PENGARUH WAKTU HIDROLISA DAN KONSENTRASI ASAM PADA HIDROLISA PATI KENTANG DENGAN KATALIS ASAM

Rina Sari Utami, Eva Pamungkas Sari, Inayati*

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 27126 Telp/fax:0271-632112

*Email: inayati_stmt@yahoo.com

Abstract: *Potato has high content of carbohydrate (starch), so it can be used as raw material for the glucose production. The basic principle to produce glucose from potatoes is hidrolisis of polysaccharides (starch) into monosaccharides and disaccharides. In this work, potatoes were converted into glucose syrup by hydrolysis using hydrochloric acid as catalyst. The aim of this work is to study the effect of acid concentration on the reaction rate. Hydrolysis was carried out with constant parameters, namely 20 gram of starch, 300 rpm of its rotational speed and the operating temperature of 100°C, and variable parameters including acid concentration (0.5 N, 1 N, 1.5 N, and 2 N) and the hydrolyzing time (30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes, and 150 minutes). The glucose content were analyzed using the Lane-Eynon method. The data analysed showed the higher concentration of acid and time of hydrolysis caused higher glucose formed. Optimum operating conditions was at 2 N HCL as catalyst. In this study, by assuming a pseudo-first order reaction, the reaction rate constants obtained at range of 0.0047 to 0.0076/min.*

Keywords: *Potatoes, Starch, Hydrolysis, Acid concentration, Acid catalyst*

PENDAHULUAN

Glukosa merupakan senyawa organik yang mempunyai rasa manis dan dapat digunakan sebagai sumber tenaga yang mudah dicerna oleh tubuh. Glukosa digunakan dalam berbagai industri, misalnya sebagai bahan pengawet, bahan pemanis, bahan baku pembuatan alkohol serta bahan baku pembuatan obat. Mengingat pentingnya peran glukosa dan permintaan glukosa sebagai bahan pendukung dalam industri makanan, maka perlu dicari bahan alternatif untuk membuat sirup glukosa.

Kentang merupakan tanaman semusim dari family *Solanaceae* (*Solanum tuberosum* L.) yang berasal dari daerah subtropis. Kentang mengandung vitamin A, B, C selain itu ada kandungan lain yaitu protein, karbohidrat, zat besi, kalsium, fosfor, lemak, dan kalori. Kentang memiliki banyak kegunaan, antara lain: banyak digunakan sebagai bahan masakan, tepung, dan pengganti nasi. Daging umbi kentang dapat digunakan untuk menghaluskan kulit dan makanan pengganti bagi penderita penyakit kencing manis.

Kentang mempunyai kandungan karbohidrat (pati) yang tinggi sehingga perlu dicoba sebagai bahan dasar pembuatan glukosa. Pembuatan glukosa dari kentang dapat dilakukan dengan hidrolisa polisakarida (pati) menjadi disakarida atau monosakarida. Kentang

sebagai bahan makanan mempunyai kandungan karbohidrat (pati) yang cukup besar, sangatlah tepat jika digunakan untuk bahan baku pembuatan glukosa karena kandungan karbohidrat yang dimiliki sangat banyak. Hal lain yang dapat menunjang berkembangnya pembuatan glukosa dari kentang adalah proses pembuatannya yang mudah.

Salah satu metode hidrolisa asam kuat yaitu menggunakan proses Arkenol. Akan tetapi, selama ini belum diketahui kondisi optimum untuk memperoleh glukosa yang maksimum dari hidrolisa pati kentang untuk pembuatan sirup glukosa. Maka, penelitian ini penting dilakukan agar memperoleh kondisi optimum hidrolisa pati kentang serta data kinetika yang berguna dalam perancangan alat proses. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh konsentrasi HCl sebagai katalis reaksi hidrolisis tepung kentang.

LANDASAN TEORI

Umbi kentang kaya akan kandungan karbohidrat dan banyak mengandung unsur-unsur yang diperlukan oleh tubuh kita. Kandungan nutrisi dalam kentang dapat dilihat pada Tabel 1. Kentang dapat tumbuh subur di tempat-tempat dataran tinggi dengan ketinggian sekitar 500-3000 m dpl (Setiady, 1994).

Tabel 1. Senyawa yang Terkandung dalam 100 gram Kentang (Soewito,1991)

No.	Senyawa	Jumlah Kandungan	Keterangan
1.	Protein (g)	2,0	Zat Pembakar
2.	Vitamin A	4	Zat Pembangun
3.	Vitamin B1 (mg)	0,0011	Zat Pembangun
4.	Vitamin C (mg)	17	Zat Pembangun
5.	Kalsium (mg)	11,00	Pembangun Tulang
6.	Karbohidrat (g)	19,1	Zat Pembakar
7.	Fosfor (mg)	56,00	Pembangun Tulang
8.	Zat Lemak (g)	0,1	Zat Pembakar
9.	Energi (kal)	83	Energi Panas

Pati

Senyawa pati pada dasarnya adalah campuran dua polisakarida yaitu milosa dan milopektin (Gardjito, 1992). Molekul amilosa terdiri dari 70 hingga 350 unit glukosa yang berikatan membentuk rantai lurus. Kira-kira 20% dari pati adalah amilosa. Molekul milopektin terdiri hingga 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur rantai panjang. Sifat-sifat pati secara fisika dan kimia antara lain (Gardjito, 1992): 1) pati berwarna putih, berbentuk serbuk bukan kristal yang tidak larut dalam air dingin, 2) tidak seperti monosakarida dan disakarida, pati dan polisakarida yang lain tidak mempunyai rasa manis, 3) dapat dihidrolisis, 4) larutan pati dapat mengental jika dipanaskan

Jika suspensi pati dalam air dipanaskan, air akan menembus lapisan luar granula dan granula ini mulai menggelembung. Peristiwa ini terjadi saat temperatur meningkat dari 60° C sampai 85° C. Granula-granula dapat menggelembung hingga volumenya lima kali lipat volume semula. Ketika ukuran granula pati membesar, campurannya menjadi lebih kental. Pada suhu kira-kira 85° C granula pati pecah dan isinya terdispersi merata keseluruh air di sekelilingnya. Molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai dan campuran pati atau air menjadi makin kental, membentuk sol. Pada pendinginan, jika perbandingan air dan pati cukup besar, molekul pati membentuk jaringan dengan molekul air terkurung di dalamnya hingga berbentuk gel. Keseluruhan proses ini disebut *gelatinasi*.

Hidrolisa

Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini dianggap reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan.

Reaksi hidrolisa:



Reaksi hidrolisa berlangsung sangat lambat sehingga perlu ditambah katalisator untuk mempercepat reaksi. Katalisator yang dipakai adalah asam (contoh: HCl, HNO₃, H₂SO₄) dan bisa juga enzim. Proses hidrolisa pati dengan menggunakan asam dipengaruhi oleh ukuran bahan, konsentrasi asam, suhu, waktu, ratio bahan dan pengadukan.

Semakin halus ukuran bahan permukaan bidang kontak akan semakin luas sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan akan memperbesar konversi reaksi (Supranto, 1998). Laju proses hidrolisa akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Selain dapat menambah laju proses hidrolisa, konsentrasi asam yang tinggi juga akan mengakibatkan terikatnya ion-ion pengontrol seperti SiO₂, phospat, dan garam-garam seperti Ca, Mg, Na, dan K dalam pati. Oleh karena itu, diperlukan perbandingan yang sesuai antara pati yang akan dihidrolisa dengan konsentrasi asam yang ditambahkan (Kirk and Othmer, 1950). Suhu berpengaruh terhadap konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu semakin tinggi, konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar sehingga reaksi dapat semakin cepat (Kirk and Othmer, 1983).

Waktu yang semakin lama memperbanyak jumlah tumbukan zat pereaksi sehingga molekul yang bereaksi semakin banyak dan memperbanyak hasil yang terbentuk (Supranto, 1998). Rasio bahan yang semakin besar maka konsentrasi glukosa hasil hidrolisa semakin banyak pula. Karena dengan semakin besar rasio bahan semakin besar pula bahan yang bereaksi dengan larutan sehingga dihasilkan pula hasil yang semakin banyak (Supranto, 1998). Pengadukan berkaitan dengan faktor frekuensi tumbukan (A) pada persamaan Arrhenius sehingga dengan adanya pengadukan maka kecepatan reaksi akan meningkat (Groggins, 1958).

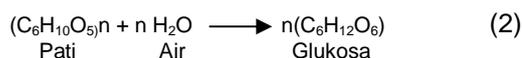
Sirup glukosa merupakan nama dagang dari pati yang dihidrolisis. Hidrolisis dapat dilakukan dengan katalisator asam atau enzim pada suhu dan pH tertentu serta pada waktu reaksi tertentu. Pemotongan pati oleh asam kurang teratur dibandingkan dengan hasil pemotongan rantai pati oleh enzim, sehingga hasilnya adalah campuran antara dekstrin, maltose dan glukosa. Glukosa kristal adalah hasil kristalisasi larutan hidrolisis yang mengandung kadar glukosa tinggi. Sirup glukosa

dipergunakan dalam industri makanan dan minuman, terutama dalam industri permen, selai dan pengalengan buah. Proses hidrolisa pati dengan asam ditemukan pertama kali oleh Kirchoff pada tahun 1812, namun produksinya secara komersil baru terlaksana pada tahun 1850. Pada proses ini sejumlah pati terlebih dahulu diasamkan sampai sekitar pH 2 dipanasi dengan uap di dalam tangki bertekanan sampai suhu 120 – 140 °C.

Pada hidrolisa pati, asam yang sering digunakan adalah asam asetat, asam fosfat, asam klorida. Asam – asam tersebut sering digunakan terutama untuk industri makanan karena bersifat mudah menguap, sehingga memudahkan pemisahan dari produknya. Selain itu asam tersebut mempunyai aktifitas tinggi, sehingga pemakaiannya relatif sedikit dan dapat menghasilkan produk yang berwarna terang (Tjokroadikoesoema, 1993).

Tinjauan Kinetika Reaksi Hidrolisa

Reaksi hidrolisa yang terjadi menurut Matz (1970) adalah:



Orde reaksi dan konstanta kecepatan reaksi dapat ditentukan dengan diferensiasi numeris pada data konsentrasi versus waktu. Dengan metode ekskes, dimungkinkan adanya menentukan hubungan antara -r_A dan konsentrasi reaktan lainnya yaitu pada reaksi irreversible :



Dengan persamaan kecepatan reaksi:

$$-r_A = k C_A C_B
 \tag{4}$$

Dimana nilai dan belum diketahui. Reaksi pertama-tama dijalankan pada konsentrasi B berlebihan sehingga C_B dapat dianggap konstan. Persamaan kecepatan reaksi dituliskan sebagai berikut :

$$-r_A = k' .C_A
 \tag{5}$$

dengan k' = k . C_B
 Setelah ditentukan kemudian reaksi dijalankan pada konsentrasi A berlebihan sehingga konsentrasi A dapat dianggap konstan. Persamaan kecepatan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$-r_A = k'' .C_B$$

Pada kecepatan reaksi:

$$-\frac{dC_A}{dt} = k C_A
 \tag{6}$$

Masing-masing suku dikenakan logaritma natural sehingga diperoleh:

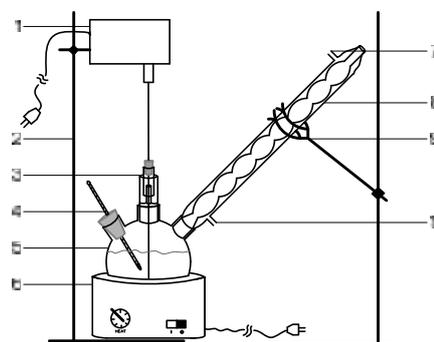
$$\ln -\frac{dC_A}{dt} = \ln k + \ln C_A
 \tag{7}$$

Jika ln(-dC_A/dt) diplot versus ln C_A maka akan diperoleh garis lurus dengan slope dan intercepnya adalah ln k.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah kentang, larutan asam klorida, indikator *methylene blue*, aquadest, Fehling A dan Fehling B, dan timbal asetat.

Peralatan hidrolisa terdiri dari timbangan, corong, pisau tahan karat, sendok tanduk, plat penggiling, klem dan statif, gelas beker, karet penghisap, labu takar, *magnetic stirrer* dan *heater*, erlenmeyer, termometer, gelas ukur, pemanas mantel, pipet tetes, labu leher tiga, pendingin bola, buret, dan pengaduk. Rangkaian alat hidrolisa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisis

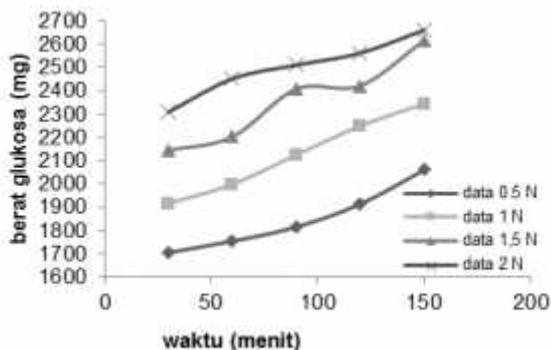
Kentang dikupas, kemudian dihancurkan sambil ditambah air. Larutan kentang disaring dengan menggunakan saringan kain untuk memisahkan ampas dengan larutan pati. Proses dilanjutkan dengan mengendapkan larutan yang diperoleh sekitar 12 jam. Setelah mengendap, bagian yang jernih dibuang. Hasilnya kemudian dikeringkan dengan menggunakan panas sinar matahari.

Pati kemudian dihidrolisa dengan menggunakan HCl dengan konsentrasi 0,5 N, 1 N, 1,5 N, dan 2 N. Uji kadar glukosa dilakukan menggunakan larutan Fehling A dan Fehling B setiap selang waktu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, dan 150 menit hingga diperoleh kadar glukosa yang paling optimal.

Variabel tetap yang digunakan adalah berat bahan baku pati kentang seberat 20 gram dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

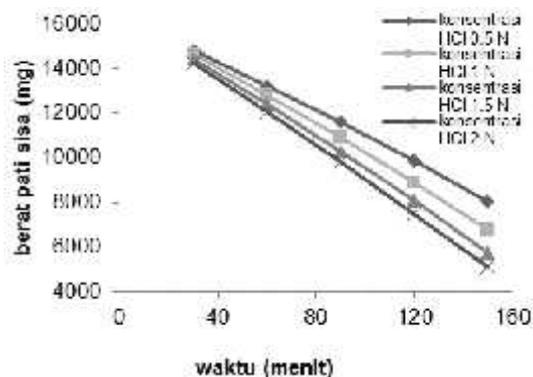
Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data hasil hidrolisa seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Berat Glukosa (mg) dengan Waktu (menit)

Hasil analisis untuk perolehan glukosa pada konsentrasi HCl yang sama diperoleh bahwa perolehan glukosa akan semakin tinggi sebanding dengan peningkatan waktu. Bertambahnya perolehan glukosa yang dihasilkan disebabkan semakin lama dilakukan hidrolisis maka kesempatan terjadinya tumbukan antara molekul-molekul air dengan molekul-molekul pati akan semakin lama sehingga akan menghasilkan glukosa yang semakin banyak.

Setelah proses hidrolisa berlangsung selama 150 menit, teramati bahwa pada konsentrasi HCl yang sama akan mengalami penurunan berat pati, seperti tertera pada Gambar 3.

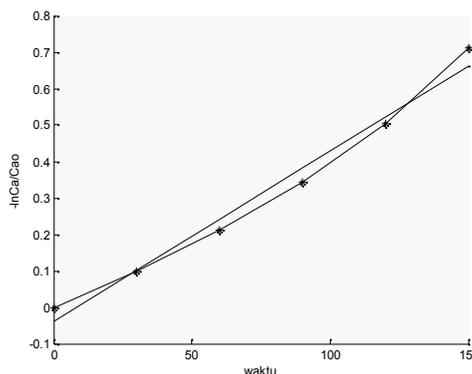


Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Pati Sisa (mg) terhadap Waktu

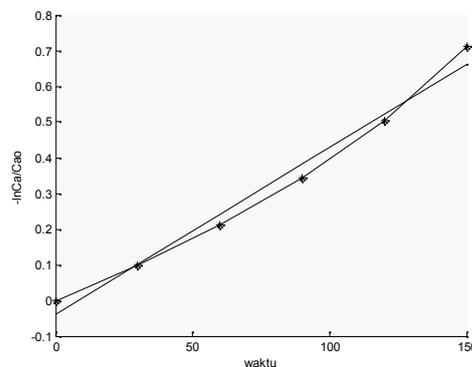
Dari Gambar 3 hubungan berat pati sisa (mg) terhadap waktu di atas terlihat bahwa pati yang tersisa setelah beberapa lama bereaksi akan terus menurun. Penurunan ini disebabkan karena jumlah pati yang bereaksi dengan air pada waktu tertentu juga akan bertambah.

Harga konstanta kecepatan reaksi dan order reaksi dapat dihitung menggunakan data $-\ln(C_A/C_{A0})$ sebagai fungsi waktu, sesuai asumsi bahwa reaksi adalah order satu.

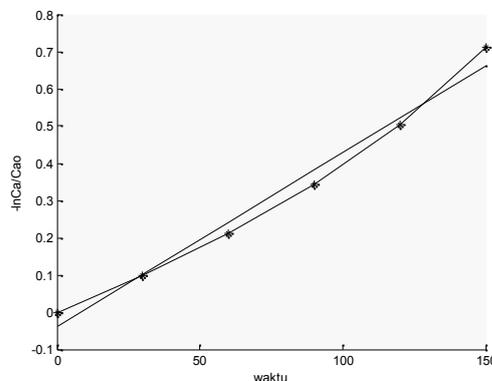
Asumsi bahwa order reaksi adalah order satu dianggap benar. Karena hubungan antara $-\ln(C_A/C_{A0})$ dengan waktu adalah linier, seperti terlihat pada Gambar (4), (5), (6) dan (7).



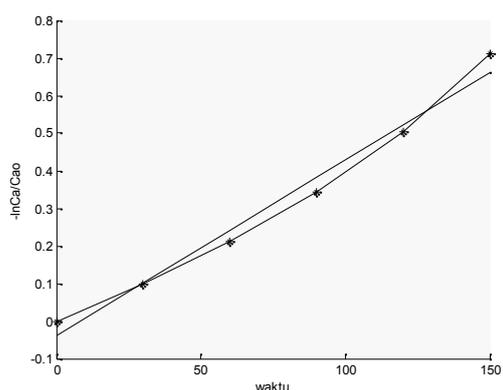
Gambar 4. Grafik Hubungan $-\ln(C_A/C_{A0})$ terhadap Waktu



Gambar 5. Grafik Hubungan $-\ln(C_A/C_{A0})$ terhadap Waktu



Gambar 6. Grafik Hubungan $-\ln(C_A/C_{A0})$ terhadap Waktu



Gambar 7. Grafik Hubungan $-\ln(C_A/C_{A0})$ terhadap Waktu

Dari data penelitian didapatkan nilai konstanta kecepatan reaksi (Tabel 2). Dari variasi konsentrasi katalis yang dilakukan dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis HCl yang digunakan maka perolehan glukosa yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena penambahan konsentrasi HCl sebagai katalis akan menyebabkan energi aktivasi reaksi akan turun sehingga laju reaksi semakin cepat.

Tabel 2. Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi pada Variasi Konsentrasi Katalis

Konsentrasi katalis (N)	k (1/detik)
0,5	0,0047
1,0	0,0058
1,5	0,0068
2,0	0,0076

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk hidrolisa maka perolehan glukosa juga akan semakin bertambah. Grafik hubungan antara $-\ln C_A/C_{A0}$ terhadap waktu menunjukkan garis yang linier sehingga asumsi bahwa reaksi merupakan reaksi order satu adalah benar. Semakin besar konsentrasi HCl yang berfungsi sebagai katalis, maka nilai konstanta kecepatan reaksi (k) juga semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Gardjito, M., 1992, "Ilmu Pangan : Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi", UGM Press, Yogyakarta.
- Groggins, P. H., 1958, "Unit Process in Organic Syntesis", 5thed., Mc. Graw Hill Book Company, New York
- Haryoto, 1998, "Sirup Asam", Kanisius, Yogyakarta.

- Kirk, R.E.,and Othmer, D.F.,1983, "Enchyclo-
pedia of Chemical Technology", 3rd ed.,
John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kumalaningsih, S., 2005, "Membuat Makanan
Siap Saji", Trubus Agrisrana, Surabaya
- Satuhu, S., 1994, "Penanganan dan Pengolahan
Buah", Penebar Swadaya, Jakarta.
- Setiady, 1998, "Kentang Varietas dan Pem-
budidayaannya", PT.Penebar Swadaya,
Jakarta.
- Soelarso B., 1998, "Budidaya Kentang Bebas
Penyakit", Kanisius, Yogyakarta.
- Soewito, 1991., "Bercocok Tanam Kentang",
CV.Titik Terang, Jakarta.
- Sudarmaji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1984,
"Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan
dan Pertanian", Liberty, Yogyakarta.
- Supranto, Ir.,1998, "Proses Industri Kimia II",
Teknik Kimia FT UGM, Yogyakarta.
- Tjokroadikoesoema, 1993, "HFS dan Industri Ubi
Kayu Lainnya", PT Gramedia Pustaka
Utama, Jakarta.