

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pati dan juga produk turunannya merupakan bahan yang multiguna dan banyak digunakan pada berbagai industri antara lain pada minuman, makanan yang diproses, kertas, makanan ternak, farmasi dan bahan kimia serta industri nonpangan seperti tekstil, detergent, kemasan dan sebagainya. Dalam industri makanan sebagai pembentuk gel dan *encapsulating agent*. Dalam industri kertas digunakan sebagai zat aditive seperti *wet-end* untuk *surface size* dan *coating binder*, bahan perekat, dan *glass fiber sizing* (Chiu & Solarek, 2009).

Berbagai varian pati didasarkan pada perbedaan struktural, kandungan amilosa, amilopektin, protein dan lipid. Secara umum kandungan pati yang utama yaitu polimer anhidroglukosa meliputi amilosa dan amilopektin, keduanya diikat dengan ikatan  $\alpha(1,4)$  dalam segmen linear, serta ikatan  $\alpha(1,6)$  di titik percabangan. Amilopektin merupakan kandungan utama pati, berkisar 70-80% dan berpengaruh pada *physiochemical* serta cita rasa pati (Dona, Pages, & Kuchel, 2010).

Pada reaksi hidrolisa biasanya dilakukan dengan menggunakan katalisator asam seperti HCl (asam klorida). Bahan yang digunakan untuk proses hidrolisis adalah pati. Di Indonesia banyak dijumpai tanaman yang menghasilkan pati. Tanaman-tanaman itu seperti padi, jagung, ketela pohon, umbi-umbian, aren dan sebagainya (Baskar & G. Muthukumar, 2008).

Pati dan produk turunannya banyak digunakan di berbagai jenis industri baik di industri pangan maupun industri non pangan. Di dalam industri non pangan, pati banyak digunakan dalam industri logam, tekstil, kosmetik dan farmasi, kertas, konstruksi dan pertambangan. Pada industri tekstil, pati digunakan sebagai bahan perekat. Selain itu, pati juga dapat digunakan sebagai bahan yang mengurangi kerutan pada pakaian. Pada sektor kimia, pati dan turunannya banyak diaplikasikan pada pembuatan plastik biodegradable, surfaktan, poliurethan, resin, senyawa kimia dan obat-obatan (Yetti, M., Nazamid, 2007).

Pada sektor lainnya, pati dan turunannya dimanfaatkan sebagai bahan detergent yang bersifat non toksik dan aman bagi kulit, pengikat, pelarut, biopestisida, pelumas, pewarna dan flavor. Dalam industri pangan, pati banyak digunakan sebagai pengental, penstabil koloid, pembentuk gel, perekat dan agen penahan air. Khusus untuk industri

makanan, pati sangat penting untuk pembuatan makanan bayi, kue, pudding, bahan pengental susu, permen jelly, dan pembuatan dekstrin (Hill, G.C, 1997).

## **1.2 Tujuan Percobaan**

1. Mempelajari pengaruh variabel terhadap reaksi hidrolisa pati.
2. Menghitung konstanta kecepatan reaksi dan menganalisa pengaruh variabel terhadap konstanta kecepatan reaksi.

## **1.3 Manfaat Percobaan**

1. Mahasiswa dapat mengetahui pengaruh variabel terhadap reaksi hidrolisa pati.
2. Mahasiswa dapat menghitung konstanta kecepatan reaksi dan menganalisa pengaruh variabel terhadap konstanta kecepatan reaksi.

## BAB II

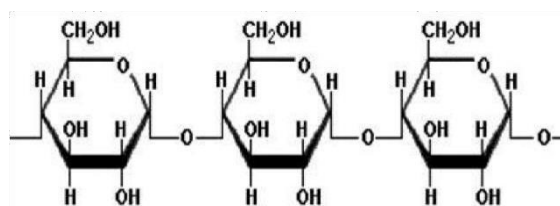
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Pati

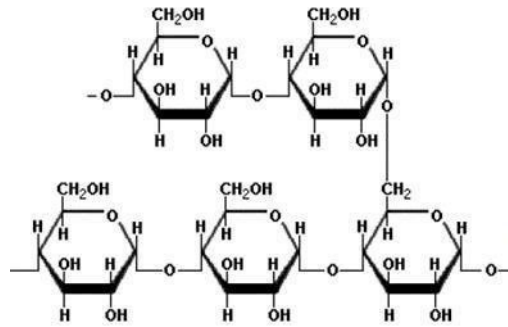
Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glukosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifat nya, tergantung dari panjang rantai C-nya serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati mempunyai dua ujung berbeda, yakni ujung non reduksi dengan gugus OH bebas yang terikat pada atom nomor 4 dan ujung pereduksi dengan gugus OH anomerik. Gugus hidroksil dari polimer berantai lurus / bagian lurus dari struktur berbentuk cabang yang terletak sejajar akan berasosiasi melalui ikatan hidrogen yang mendorong pembentukan kristal pati. Pati terdiri dari 2 fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dan amilopektin mempunyai rantai cabang (Winarno, 2002).

#### 2.2 Amilosa dan Amilopektin

Pati termasuk dalam polisakarida yang merupakan polimer glukosa, yang terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4) unit glukosa yang merupakan rantai linear. Derajat polimerisasi (DP) amilosa berkisar antara 500-6.000 unit glukosa bergantung pada sumbernya. Adapun amilopektin merupakan polimer  $\alpha$ -(1,4) unit glukosa dengan rantai samping  $\alpha$ -(1,6) unit glukosa. Ikatan  $\alpha$ -(1,6) unit glukosa ini jumlahnya sangat sedikit dalam suatu molekul pati, berkisar antara 4–5%. Namun, jumlah molekul dengan rantai cabang, yaitu amilopektin, sangat banyak dengan DP berkisar antara  $10^5$ - $3 \times 10^6$  unit glukosa dan merupakan komponen utama yang dapat mempengaruhi *physiochemical* dan cita rasa dari pati (Dona, Pages, & Kuchel, 2010).



Gambar 2.1 Struktur Amilosa

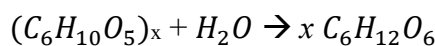


Gambar 2.2 Struktur Amilopektin

### 2.3 Hidrolisa Pati

Hidrolisa merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil (-OH) oleh suatu senyawa. Gugus OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, hidrolisis gabungan alkali dengan air dan hidrolisis dengan katalis enzim. Sedangkan berdasarkan fase reaksi yang terjadi diklasifikasikan menjadi hidrolisis fase cair dan hidrolisis fase uap.

Hidrolisis pati terjadi antara suatu reaktan pati dengan reaktan air. Reaksi ini adalah orde satu, karena reaktan air yang dibuat berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Reaksi hidrolisis pati dapat dilakukan menggunakan katalisator  $H^+$  yang dapat diambil dari asam. Reaksi yang terjadi pada hidrolisis pati adalah sebagai berikut :



Berdasarkan teori kecepatan reaksi :

$$-r_A = k \cdot C_{pati} \cdot C_{air} \quad (1)$$

Karena volume air cukup besar, maka dapat dianggap konsentrasi air selama perubahan reaksi sama dengan  $k'$ , dengan besarnya  $k'$  :

$$k' = k \cdot C_{air} \quad (2)$$

Sehingga persamaan 1 dapat ditulis sebagai berikut  $-r_A = k' \cdot C_{pati}$ . Dari persamaan kecepatan reaksi ini, reaksi hidrolisis merupakan reaksi orde satu. Jika harga  $-r_A = -\frac{dC_A}{dt}$  maka persamaan 2 menjadi :

$$\frac{-dC_A}{dt} = k' C_A \quad (3)$$

$$-\frac{dC_A}{C_A} = k' dt \quad (4)$$

Apabila  $C_A = C_{A0} (1 - X_A)$  dan diselesaikan dengan integral dan batas kondisi  $t_1 : C_{A0}$  dan  $t_2 : C_A$  akan diperoleh persamaan :

$$- \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = k' \int_{t_2}^{t_1} dt \quad (5)$$

$$\ln \frac{C_{A0}}{C_A} = k' (t_2 - t_1) \quad (6)$$

$$\ln \frac{1}{(1 - X_A)} = k' (t_2 - t_1) \quad (7)$$

Dimana  $X_A$  = konversi reaksi setelah satu detik.

Persamaan 7 dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan regresi  $y = mx + c$ , dengan  $Y = \ln \frac{1}{(1 - X_A)}$  dan  $x = t_2$ .

## 2.4 Modifikasi Pati

Pati asli pada umumnya memiliki struktur granular, tidak larut air, dan dalam bentuk ini digunakan hanya dalam beberapa aplikasi spesifik yang terbatas. Modifikasi adalah pati yang gugus hidroksinya telah mengalami perubahan. Pati memiliki sifat tidak dapat digunakan secara langsung dan oleh karena itu harus dimodifikasi secara kimia atau fisik untuk meningkatkan sifat positif dan mengurangi sifat yang tidak diinginkan. Pati biasanya digunakan untuk produk makanan, bahan perekat dan *glass fiber sizing*. Selain itu juga ditambahkan dalam plastik untuk mempercepat proses degradasi. Modifikasi secara kimia umumnya meliputi esterifikasi, etherifikasi, hidrolisis, oksidasi dan *cross-linking* (Chiu & Solarek, 2009). Pati yang telah termodifikasi akan mengalami perubahan sifat yang dapat disesuaikan untuk keperluan-keperluan tertentu. Akan tetapi sama seperti pati alami, pati termodifikasi bersifat tidak larut dalam air dingin (Koswara, 2009).

## 2.5 Variabel yang Berpengaruh

Variabel - variabel yang berpengaruh dalam reaksi hidrolisa pati meliputi :

### 1. Katalisator

Hampir sama semua reaksi hidrolisa membutuhkan katalisator untuk mempercepat jalannya reaksi. Katalisator yang dipakai dapat berupa enzim atau asam karena kinerjanya lebih cepat. Asam yang dipakai beraneka jenisnya mulai dari HCl (Agra dkk, 1973), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sampai HNO<sub>3</sub>. Yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah konsentrasi ion H<sup>+</sup> bukan jenis asamnya. Meskipun demikian, didalam

industri umumnya dipakai asam klorida (HCl). Pemilihan ini didasarkan atas sifat garam yang terbentuk pada penetralan tidak menimbulkan gangguan apa-apa selain rasa asin jika konsentrasinya tinggi. Oleh karena itu, konsentrasi asam dalam air penghidrolisa ditekan sekecil mungkin. Umumnya dipergunakan larutan asam yang mempunyai konsentrasi asam yang lebih tinggi daripada pembuatan sirup. Hidrolisa pada tekanan 1 atm memerlukan asam yang jauh lebih pekat.

## 2. Suhu dan Tekanan

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius, dimana semakin tinggi suhu maka semakin cepat laju reaksinya. Untuk mencapai konversi tertentu, diperlukan waktu sekitar 3 jam untuk menghidrolisa pati ketela rambat pada suhu 100 °C. Tetapi jika suhunya dinaikkan hingga 135 °C, konversi yang sama dapat dicapai dalam waktu 40 menit (Agra dkk, 1973). Hidrolisis pati gandum dan jagung dengan katalisator  $H_2SO_4$  memerlukan suhu 160 °C. Karena panas reaksi mendekati nol dan reaksi berjalan dalam fase cair maka suhu dan tekanan tidak banyak mempengaruhi keseimbangan.

## 3. Pencampuran (pengadukan)

Supaya zat pereaksi dapat saling bertumbukan dengan sebaik-baiknya perlu adanya pencampuran. Untuk proses batch, hal ini dapat dicapai dengan bantuan pengaduk atau alat pengocok (Agra dkk, 1973). Apabila prosesnya berupa proses alir (kontinyu), maka pencampuran dilakukan dengan cara mengatur aliran didalam reaktor supaya terbentuk olakan.

## 4. Perbandingan zat pereaksi

Jika salah satu zat pereaksi dibuat berlebihan jumlahnya maka keseimbangan dapat bergeser kearah kanan dengan baik. Oleh karena itu, suspensi pati yang kadarnya rendah memberi hasil yang lebih baik dibandingkan dengan yang kadarnya tinggi. Bila kadar suspensi pati diturunkan dari 40% menjadi 20% atau 1% maka konversi akan bertambah dari 80% menjadi 87% atau 99% (Groggins, 1958). Pada permukaan, kadar suspensi pati yang tinggi sehingga molekul-molekul zat pereaksi akan sulit bergerak. Untuk menghasilkan glukosa biasanya dipergunakan suspensi pati sekitar 20%.

## BAB III

### METODE PRAKTIKUM

#### 3.1 Alat dan Bahan yang digunakan

##### 3.1.1 Bahan

1. Glukosa anhidrit
2. Tepung tapioka
3. NaOH
4. HCl
5. Indikator MB
6. Fehling A
7. Fehling B
8. Aquadest

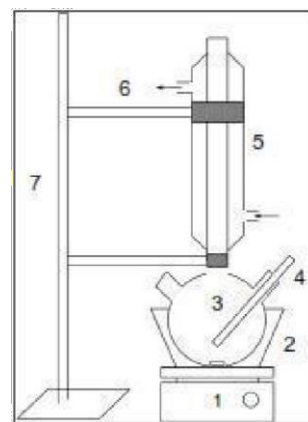
##### 3.1.2 Alat

1. Gelas ukur
2. Termometer
3. Erlenmeyer
4. Statif dan klem
5. Buret
6. Labu leher tiga
7. Labu takar

#### 3.2 Gambar Alat Utama

Keterangan:

1. *Magnetic stirrer + heater*
2. *Waterbath*
3. Labu leher tiga
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Klem
7. Statif



Gambar 3.1 Rangkaian Alat Hidrolisis

### 3.3. Prosedur Percobaan

#### 1. Persiapan awal

##### a. Menghitung densitas pati

Masukkan 1 gram pati dengan 5 ml aquadest ke dalam gelas ukur, dan catat perubahan volumenya.

$$\rho_{\text{pati}} = \frac{m_{\text{pati}}}{\Delta V}$$

##### b. Menghitung densitas HCl

Timbang berat *picnometer* kosong ( $m_1$ ), masukkan HCl ke dalam picnometer yang telah diketahui volumenya ( $v$ ), timbang beratnya ( $m_2$ ), hitung densitas HCl.

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}} = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

##### c. Membuat glukosa standar

Glukosa anhidrit sebanyak 2 gram dilarutkan dalam 1000 ml aquades.

#### 2. Penentuan kadar pati

##### a. Standarisasi larutan fehling

5 ml fehling A + 5 ml fehling B + 15 ml glukosa standar, dipanaskan sampai mendidih. Setelah mendidih ditambahkan 3 tetes MB, kemudian larutan dititrasikan dengan glukosa standar hingga warna berubah menjadi merah bata. Catat volume titran (F) yang diperlukan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih (diatas kompor).

##### b. Penentuan kadar pati awal

Sebanyak ... gram pati, ... ml katalis HCl dan ... ml aquadest dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan hingga suhu ...°C, selama 1 jam. Setelah itu larutan didinginkan, diencerkan dengan aquades sampai 500 ml lalu diambil 20 ml dan dinetralkan dengan NaOH (PH = 7). Larutan diambil 5 ml diencerkan sampai 100 ml, diambil 5 ml. Ke dalam Erlenmeyer dimasukkan 5 ml larutan + 5 ml fehling A + 5 ml fehling B + 15 ml glukosa standar, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Lalu ditambahkan 3 tetes indikator MB. Kemudian larutan dititrasikan dengan glukosa standar sehingga berubah warna menjadi warna merah bata. Catat volum titran yang dibutuhkan (M). Yang perlu diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih diatas kompor. Lakukan hal yang sama untuk variabel lain.



c. Hidrolisa pati

Sebanyak ... gram pati, ... ml katalis HCl dan ... ml aquadest dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan hingga suhu ...°C. Lalu setelah 5 menit diambil sampel sebanyak 20 ml. Kemudian sampel dinetralkan dengan NaOH (PH = 7). Larutan diambil 5 ml diencerkan sampai 100 ml, diambil 5 ml. Kedalam Erlenmeyer dimasukkan 5 ml larutan +5 ml fehling A + 5 ml fehling B + 15 ml glukosa standard, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Lalu ditambahkan 3 tetes indikator MB. Kemudian larutan dititrasi dengan glukosa standard sehingga berubah warna menjadi warna merah bata. Catat V titran yang dibutuhkan (M). Yang perlu diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih diatas kompor. Pengambilan sampel dilakukan setiap selang waktu 5 menit sebanyak 5 kali 25 menit. (t<sub>1</sub>=menit ke-5, t<sub>2</sub>=menit ke-10, t<sub>3</sub>=menit ke-15, t<sub>4</sub>=menit ke-20, t<sub>5</sub>=menit ke-25). Lakukan hal yang sama untuk variabel 2.

Rumus penentuan kadar pati awal =

$$X_{p0} = \frac{(F - M) \times N_{\text{glukosa}} \times \frac{500}{\text{vol basis}} \times \frac{100}{5} \times 0,9}{W}$$

Dimana

N = 0,002 gr/mL

W = berat pati

Perhitungan kebutuhan reagen:

a) Menghitung kebutuhan HCl

$$V_{\text{HCl}} = \frac{N_{\text{HCl}} \times \text{BM}_{\text{HCl}} \times V_{\text{larutan}}}{\rho_{\text{HCl}} \times \text{kadar}_{\text{HCl}} \times 1000 \times \text{grek}}$$

Dimana :

kadar HCl = 0,25 untuk 25%

0,37 untuk 37%

grek HCl = 1

b) Menghitung kebutuhan pati

$$\%_{\text{suspensi}} = \frac{X_p \times W_{\text{pati}}}{W_{\text{pati}} + W_{\text{HCl}} + W_{\text{air}}}$$

Dimana :

$$W_{\text{pati}} = \rho_{\text{pati}} \times V_{\text{pati}}$$

$$W_{\text{HCl}} = \rho_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}}$$

$$W_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times (V_{\text{larutan}} - V_{\text{pati}} - V_{\text{HCl}})$$

$$X_p = \frac{(F - M) \times N_{\text{glukosa}} \times \frac{100}{5} \times 0,9}{W}$$

## DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I. B., Warnijati, S., dan Pujiyanto, B., 1973. “ Hidrolisa Pati Ketela Rambat Pada Suhu Lebih Dari 100 C”, Forum Teknik, 3, 115-129.
- Baskar, G., Muthukumaran, C., Renganathan, S., (2008), “Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Manihot Esculenta Root Starch by Immobilize  $\alpha$ -Amylase Using Response Surface Methodology”, International Jurnal of Natural Sciences and Engineering 1:3, pp. 156-160.
- Chiu, C.-w., & Solarek, D. 2009. Modification of starch. *Starch: Chemistry and Technology, Third Edition ISBN: 978-0-12-746275-2*.
- Dona, A. C., Pages, G., & Kuchel, P. W. 2010. Digestion of starch: In vivo and in vitro kinetic models used to characterise. *Carbohydrate Polymers* 80(2010) 599– 617.
- Groggins, P. H. 1958. Unit Processes in Organic Synthesis, 5th ed. pp. 775 – 777, McGraw–Hill Book Company. New York.
- Hill, G.C., “An Introduction to Chemical Engineering Kinetika and Reactor Design”. 1nd ed, John Willey, New York, N.Y, 1977
- Koswara, S. 2009. *Teknologi Modifikasi Pati*. ebookpangan.com.
- Winarno, F.G., 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yetti, M., Nazamid, B.S., Roselina, K. Dan Abdulkarin, S. M., (2007), “*Improvement of Glucose Production by Raw Starch Degrading Enzyme Utilizing Acid-Treated Sago Starch as Substrate*”, ASEAN Food Journal 14(2), pp. 83-90