

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, deterjen, kemasan, dan sebagainya. Dalam industri makanan sebagai pembentuk gel dan *encapsulating agent*. Dalam industri kertas digunakan sebagai zat aditif seperti *wet-end* untuk *surfactant 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 α (1,4) dalam segmen linear, serta ikatan α (1,6) di titik percabangan. Amilopektin merupakan kandungan utama pati, berkisar 70-80% dan berpengaruh pada *physiochemical* serta cita rasa pati (Dona *et al.*, 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 & 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 *et al.*, 2007).

Pada sektor lainnya, pati dan turunannya dimanfaatkan sebagai bahan deterjen 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, 1997)

1.2 Rumusan Masalah

Pati memiliki manfaat yang besar dalam kehidupan manusia. Akan tetapi, pati harus diberi perlakuan tepat sebelum diolah atau digunakan karena kandungannya yang cukup kompleks. Untuk itu, penting bagi seorang mahasiswa Teknik Kimia memahami cara memodifikasi kandungan pati sehingga dapat digunakan secara maksimal untuk kehidupan manusia. Dalam percobaan ini, akan dipelajari tentang berbagai pengaruh suhu hidrolisis terhadap reaksi hidrolisa pati dan konstanta kecepatan reaksi.

1.3 Tujuan Praktikum

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

1.4 Manfaat Praktikum

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.

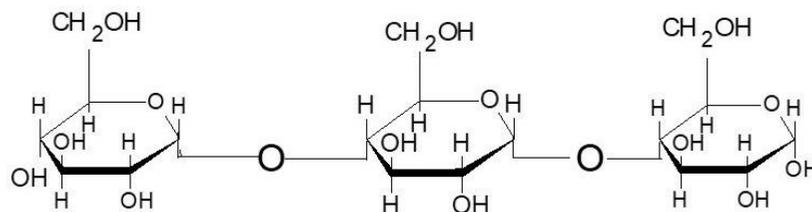
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pati

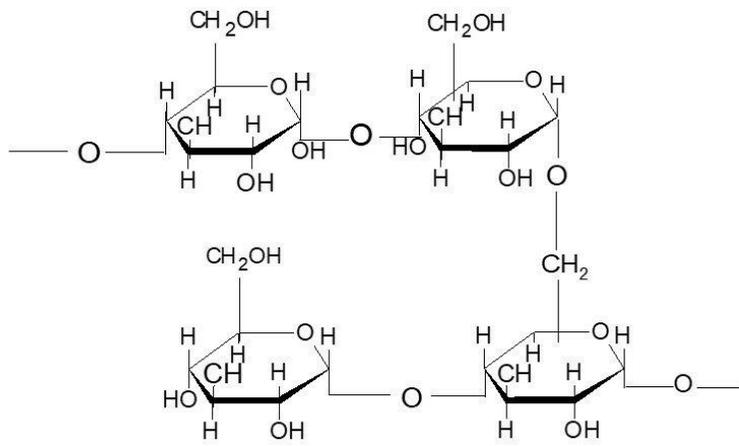
Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glukosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati mempunyai dua ujung berbeda, yakni ujung non reduksi dengan gugus OH bebas yang terikat pada atom nomor 4 dan 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 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 α -(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 α -(1,4) unit glukosa dengan rantai samping α -(1,6) unit glukosa. Ikatan α -(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 - 3×10^6 unit glukosa dan merupakan komponen utama yang dapat mempengaruhi *physiochemical* dan cita rasa dari pati (Dona *et al.*, 2010)



Gambar 2.1 Struktur amilosa

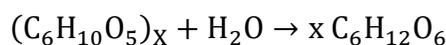


Gambar 2.2 Struktur amilopektin

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 merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusun amilum yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa, dan glukosa. 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 yang terjadi pada hidrolisis pati adalah sebagai berikut:



Berdasarkan teori kecepatan reaksi:

$$-r_A = k \cdot C_{Pati} \cdot C_{air} \quad (2.1)$$

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

$$k' = k \cdot C_{air} \quad (2.2)$$

Sehingga persamaan 2.1 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 2.2 menjadi:

$$\frac{-dC_A}{dt} = k' C_A \quad (2.3)$$

$$\frac{-dC_A}{C_A} = k' dt \quad (2.4)$$

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:

$$- \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A} = k' \int_{t_2}^{t_1} dt \quad (2.5)$$

$$\ln \frac{C_{A0}}{C_A} = k'(t_2 - t_1) \quad (2.6)$$

$$\ln \frac{1}{(1-X_A)} = k'(t_2 - t_1) \quad (2.7)$$

Dimana X_A = konversi reaksi setelah satu detik.

Persamaan 2.7 dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan regresi $y = mx + c$, dengan $Y = \ln \frac{1}{(1-X_A)}$ dan $x = t_2$.

2.4 Metode Hidrolisa Pati

Proses penguraian pati disebut dengan hidrolisa pati. Proses hidrolisa pati dibagi menjadi 2 metode, yaitu hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatis.

1. Hidrolisis Asam

Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati dan selulosa) menjadi gula. Hidrolisis ini dilakukan dengan menggunakan katalisator H^+ yang dapat diambil dari asam seperti HCl, H_2SO_4 , dan HNO_3 (Wang & Copeland, 2015). Metode hidrolisis secara asam lebih sederhana, tanpa harus melalui beberapa tahapan seperti pada hidrolisis secara enzimatis. Selain itu juga hidrolisis secara asam memerlukan waktu proses yang relatif lebih singkat, teknologi yang lebih sederhana, pengaturan kondisi proses yang lebih mudah, serta biaya yang lebih murah (Devitria & Sepriyani, 2018).

2. Hidrolisis Enzimatis

Hidrolisis enzimatis merupakan proses konversi selulosa dan hemiselulosa menjadi gula reduksi menggunakan enzim. Enzim yang digunakan untuk mengonversi hemiselulosa menjadi glukosa adalah enzim xylanase sedangkan enzim yang digunakan untuk mengonversi selulase menjadi glukosa menggunakan enzim selulase. Hidrolisis secara enzimatis dapat memutus ikatan glikosida secara spesifik dan tidak menyisakan residu (Salsabilla & Fahrurroji, 2021).

2.5 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).

2.6 Variabel yang Berpengaruh

Variabel-variabel yang berpengaruh dalam reaksi hidrolisa pati meliputi:

1. Katalisator

Reaksi hidrolisis merupakan reaksi yang berlangsung sangat lama karena itu dibutuhkan katalisator untuk mempercepat reaksi. Katalisator yang dipakai dapat berupa asam atau enzim karena kinerjanya lebih cepat. Asam yang dipakai beraneka jenisnya mulai dari HCl, H₂SO₄ sampai HNO₃ (Nasution *et al.*, 2023). Yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah konsentrasi ion H⁺ bukan jenis asamnya. Meskipun demikian, didalam industri umumnya dipakai asam klorida (Zuhair Ds. 2022). 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

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi mengikuti persamaan Arrhenius, dimana semakin tinggi suhu maka semakin cepat laju reaksinya. Suhu yang optimum pada reaksi hidrolisis akan menghasilkan energi aktivasi yang semakin kecil, hal tersebut memungkinkan hasil konversi hidrolisis yang lebih besar (Milek dan Lamkiewicz, 2022). Untuk

mencapai konversi tertentu, diperlukan waktu sekitar 48 menit untuk menghidrolisa pati ubi kayu pada suhu 100°C (Ardiansyah *et al.*, 2018). Sedangkan, hidrolisis pati gandum dan jagung dengan katalisator H₂SO₄ memerlukan suhu 160°C.

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 *et al.*, 1973). Apabila prosesnya berupa proses alir (kontinyu), maka pencampuran dilakukan dengan cara mengatur aliran didalam reaktor supaya terbentuk olakan.

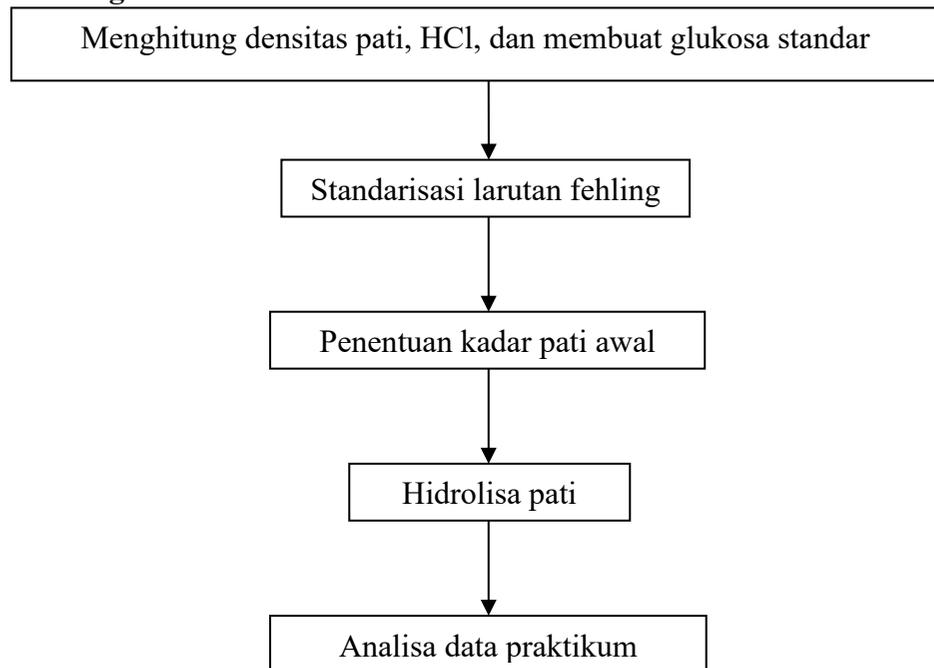
4. Perbandingan zat pereaksi

Jika salah satu zat pereaksi dibuat berlebihan jumlahnya maka keseimbangan dapat bergeser ke arah kanan dengan baik. Oleh karena itu, suspensi pati yang kadarnya rendah memberikan 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 Rancangan Praktikum

3.1.1 Rancangan Praktikum



Gambar 3.1 Skema rancangan praktikum

3.1.2 Penetapan Variabel

- a. Variabel tetap :
- b. Variabel berubah :

3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

3.2.1 Bahan

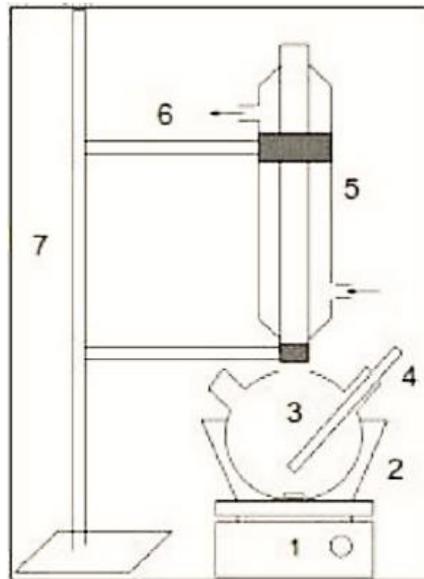
1. Glukosa anhidrit
2. Tepung meizena
3. NaOH
4. HCl
5. Indikator MB
6. Fehling A
7. Fehling B
8. Aquadest secukupnya

3.2.2 Alat

1. Gelas ukur
2. Termometer
3. Erlenmeyer
4. Statif dan klem

5. Buret
6. Labu leher tiga
7. Labu takar

3.3 Gambar Alat



Gambar 3.2 Rangkaian alat hidrolisis

Keterangan:

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

3.4 Prosedur Praktikum

1. Persiapan awal
 - a. Menghitung densitas pati
Ke dalam gelas ukur, 5 ml *aquadest* dimasukkan 1 gram pati, catat perubahan volume.

$$\rho_{\text{pati}} = \frac{m_{\text{pati}}}{DV} \quad (3.1)$$

- 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.

$$\rho \text{ pati} = \frac{m_2 - m_1}{DV} \quad (3.2)$$

- c. Membuat glukosa standar
Glukosa anhidrit sebanyak 2 gram dilarutkan dalam 1000 ml *aquadest*.
2. Penentuan kadar pati
- a. Standarisasi larutan fehling
10 ml fehling A + 10 ml fehling B + 15 ml glukosa standar, dipanaskan sampai mendidih. Setelah mendidih ditambahkan 3 tetes MB, kemudian larutan dititrasi dengan glukosa standar hingga warna berubah menjadi merah bata. Catat volume titran (F) yang diperlukan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih (di atas kompor).
- b. Penentuan kadar pati awal
Sebanyak ... gram pati, ... ml katalis HCl/H₂SO₄ dan ... ml *aquadest* dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan hingga suhu ...°C, selama 1 jam. Setelah itu larutan didinginkan, diencerkan dengan *aquadest* sampai 500 ml lalu diambil 20 ml dan dinetralkan dengan NaOH (pH = 7). Larutan diambil 5 ml diencerkan sampai 100 ml, diambil 10 ml. Ke dalam Erlenmeyer dimasukkan 10 ml larutan + 10 ml Fehling A + 10 ml fehling B + 15 ml glukosa standar, kemudian dipanaskan sampai suhu 60°C. Lalu ditambahkan 3 tetes indikator MB. Kemudian larutan dititrasi dengan glukosa standar sehingga berubah warna menjadi warna merah bata. Catat volume 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/H₂SO₄ 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 10 ml. Ke dalam erlenmeyer dimasukkan 10 ml larutan + 10 ml Fehling A + 10 ml fehling B + 15 ml glukosa standar, kemudian dipanaskan sampai 60°C. Lalu ditambahkan 3 tetes indikator MB. Kemudian larutan dititrasi dengan glukosa standar 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_1 =menit ke-5, t_2 =menit ke-10, t_3 =menit ke-15, t_4 =menit ke-20, t_5 =menit ke-25). Lakukan hal yang sama untuk variabel 2.

Rumus penentuan kadar pati awal :

$$X_{P0} = \frac{(F-M) \times N \text{ glucose} \times \frac{500}{\text{basis}} \times \frac{100}{5} \times 0,9}{W} \quad (3.3)$$

Dimana,

$N = 0,002 \text{ gr/ml}$

$W = \text{berat pati}$

Perhitungan kebutuhan reagen :

a) Menghitung kebutuhan HCl

$$V_{HCl} = \frac{N \text{ HCl} \times MW \text{ HCl} \times V \text{ Solution}}{\rho \text{ HCl} \times \text{HCl content} \times 1000 \times \text{greq}} \quad (3.4)$$

b) Menghitung kebutuhan pati

$$\% \text{suspensi} = \frac{X_p \times W \text{ pati}}{W \text{ pati} + W \text{ HCl} + W \text{ air}} \quad (3.5)$$

Dimana,

$$W_{\text{pati}} = \rho_{\text{pati}} \times V_{\text{pati}} \quad (3.6)$$

$$W_{\text{HCl}} = \rho_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}} \quad (3.7)$$

$$W_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} \times (V_{\text{larutan}} - V_{\text{pati}} - V_{\text{HCl}}) \quad (3.8)$$

$$X_p = \frac{(F-M) \times N \text{ glucose} \times \frac{100}{5} \times 0,9}{W} \quad (3.9)$$

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I. B., Warnijati, S., dan Pujianto, B. (1973). Hidrolisa Pati Ketela Rambat Pada Suhu Lebih Dari 100 C. *Forum Teknik*, 3, 115-129.
- Ardiansyah, A., Nurlansi, N., & Musta, R. (2018). Waktu Optimum Hidrolisis pati limbah Hasil Olahan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz var. Lahumbu) Menjadi Gula Cair Menggunakan enzim α -Amilase Dan glukamilase. *Indo. J. Chem. Res.*, 5(2), 86–95. <https://doi.org/10.30598//ijcr.2018.5-ard>.
- Baskar, G., Muthukumar, C., Renganathan, S., (2008). Optimization of Enzymatic Hydrolysis of *Manihot Esculenta* Root Starch by Immobilize α -Amylase Using Response Surface Methodology. *International Journal of Natural Sciences and Engineering*, 1(3), 156-160.
- Chiu, C. W., & Solarek, D. (2009). *Modification of starch*. Starch: Chemistry and Technology, Third Edition ISBN: 978-0-12-746275-2.
- Devitria, R. & Sepriyani, H. (2018). Optimalisasi Asam Klorida Pada Proses Hidrolisis Limbah Ampas Sagu (*Metroxylon, sp*) terhadap Kadar Glukosa. *Klinikal Sains: Jurnal Analis Kesehatan*, 6(2), 37-42.
- 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, 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. (1977). *An Introduction to Chemical Engineering Kinetika and Reactor Design*, 1nd ed. John Willey, New York.
- Koswara, S. (2009). *Teknologi Modifikasi Pati*. ebookpangan.com.
- Miłek, J., & Lamkiewicz, J. (2022). The starch hydrolysis by α -amylase bacillus spp.: An estimation of the optimum temperatures, the activation and deactivation energies. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 147(24), 14459–14466. <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11738-1>.
- Monika, A. (2021). Uji Hidrolisis Pati dengan Asam Hydrolysis Test of Starch with Acid. *Research Gate*, no. November, 0-6.
- Nasution, S. F., Lubis, L. H., Haharap, S., & Siregar, A. U. (2023). Hidrolisis Pati Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Pengaruh Jenis Katalis Asam. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 4(1), 141–146. <https://doi.org/DOI 10.47065/jharma.v4i1.3187>.
- Salsabila, A. L., & Fahrurroji, I. (2021). Hidrolisis Pada Sintesis Gula Berbasis Pati Jagung. *Edufortech*, 6(1), 32-38.

- Wang, S., & Copeland, L. (2015). Effect of acid hydrolysis on starch structure and functionality: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(8), 1081–1097. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.684551>.
- 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), 83-90.
- Zuhair Ds, N. (2022). Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi Katalis Asam Klorida Terhadap Hidrolisis Kulit Gandum Pollard. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering (JOICHE)*, 2(1), 76-80.

IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISA RESIKO

MATERI : HIDROLISA PATI

IDENTIFIKASI BAHAYA (IB)											
A	Mekanik		D	Lingkungan		E	Bahan kimia		G	Bahaya lainnya	
A1	Penanganan manual		D1	Kebisingan		E1	Racun	√	G1	Gas terkompresi	
A2	Bagian yang bergerak		D2	Getaran		E2	Iritan	√	G2	Radiasi pengion	
A3	Bagian yang berputar		D3	Penerangan		E3	Korosif		G3	Radiasi UV	
A4	Pemotongan		D4	Kelembaban		E4	Karsinogenik		G4	Kelelahan	
B	Biologi		D5	Temperatur	√	E5	Mudah terbakar		G5	Ruang sempit	
B1	Bakteri		D6	Bahaya perjalanan		E6	Mudah meledak		G6	Penuh sesak	
B2	Virus		D7	Permukaan yang licin	√	E7	Cryogenics		G7	Termometer	
B3	Jamur		D8	Limbah padat		F	Peralatan				
C	Listrik		D9	Kualitas udara		F1	Bejana tekan				
C1	Voltase tinggi	√	D10	Pekerjaan soliter		F2	Peralatan panas	√			
C2	Listrik statis		D11	Percikan/tetes/banjir	√	F3	Laser				
C3	Kabel	√	D12	Tumpahan serbuk	√	F4	Pembuluh kaca				

DETAIL RESIKO							
IB	Resiko				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal			
1. PREPARASI/TAHAP AWAL							
D7, D11				√	Saat melakukan kalibrasi piknometer, dan pembuatan reagen-reagen, terdapat resiko aquadest tumpah yang menyebabkan permukaan menjadi	Berhati-hati dalam menggunakan aquadest, jika aquadest dialirkan menuju tempat yang rawan terjadi tumpah, gunakan corong agar dapat meminimalisir terjadinya resiko permukaan licin.	Jika tergelincir, periksa bagian yang cidera dan obati bagian yang cidera. Apabila cideranya besar atau bertambah parah, bawa korban ke rumah sakit/ klinik terdekat.
D12				√	Saat melakukan perhitungan densitas pati, terdapat resiko dimana bubuk pati jatuh akan mengotori ruangan dan menyumbat saluran pernafasan apabila	Hati-hati dalam memindahkan bubuk pati	Bersihkan serbuk pati yang jatuh. Apabila terhirup, sebisa mungkin keluarkan bubuk pati yang terhirup. Apabila cidera bertambah parah, bawa korban ke rumah sakit/ klinik terdekat
2. PERCOBAAN UTAMA							
C1, C3		√			Adanya kabel yang terlupas dan dapat mengakibatkan arus pendek maupun tersengat listrik.	Lakukan pemeriksaan dan memastikan alat secara baik.	Cabut sumber listrik untuk menghentikan aliran listrik.

D5, F2		√			Adanya kontak dengan kompor listrik atau alat yang dipanaskan diatas kompor listrik.	Hati-hati dengan permukaan panas pada saat melakukan proses pemanasan dan meletakkan rangkaian alat ke tempat yang lebih aman agar tidak terjadi kontak	Hentikan proses pemanasan, dinginkan luka bakar, dan diberikan obat anti nyeri. Jika masih berlanjut, dibawa ke klinik atau rumah sakit terdekat.
-----------	--	---	--	--	--	---	--

DETAIL RESIKO							
IB	Resiko				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal			
E1, E2		√			Penggunaan reagen asam dan basa pada praktikum ini terdapat resiko kontak dengan kulit yang menyebabkan iritasi dan apabila tidak sengaja dikonsumsi dapat mengakibatkan keracunan.	Menggunakan sarung tangan lateks selama praktikum dan mengganti sarung tangan apabila sobek dan bolong serta berhati-hati dalam memindahkan reagen-reagen asam dan basa	Jika reagen terkena kulit, segera cuci tangan dengan air mengalir hingga bersih. Jika dikonsumsi, segera minum air mineral dan cuci mulut agar bahaya reagen dapat diminimalisir. Apabila bertambah parah, bawa korban ke rumah sakit/ klinik terdekat
3. ANALISA/TAHAP AKHIR							
D7, D11				√	Saat melakukan titrasi terdapat resiko larutan tumpah yang menyebabkan permukaan menjadi	Berhati-hati dalam menggunakan aquadest, jika aquadest dialirkan menuju tempat yang rawan terjadi tumpah, gunakan corong agar dapat meminimalisir teradinya resiko	Jika tergelincir, periksa bagian yang cidera dan obati bagian yang cidera. Apabila cideranya besar atau bertambah parah, bawa korban ke rumah sakit/