

## KINETIKA REAKSI PEMBUATAN ASAM OKSALAT DARI KULIT BUAH KAPUK DENGAN OKSIDATOR HIDROGEN PEROKSIDA

Indah Nur Aisya Ayu Pratiwi\*, Christine Aru Nadine, Bambang Wahyudi\*

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

\* Penulis Korespondensi: E-mail: bwahyudi11@yahoo.com

### Abstrak

*Kapuk (Ceiba pentandra) merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh dan banyak dibudidayakan di daerah tropis. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kapuk terbesar di dunia. Salah satu kandungan dari kulit buah kapuk adalah selulosa. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian dioksidasi dengan hidrogen peroksida. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kecepatan reaksi serta energi aktivasi. Proses oksidator menggunakan oksidator hidrogen peroksida dilakukan dalam labu yang dilengkapi dengan pengaduk, serta dipanaskan di atas pemanas dengan menggunakan variabel suhu (30, 40, 50, 60 dan 70°C) dan waktu reaksi (30, 40, 50, 60 dan 70 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetika reaksi oksidasi glukosa dari hidrolisis kulit buah kapuk menggunakan hidrogen peroksida merupakan reaksi orde dua, dengan konstanta kecepatan reaksi untuk masing-masing temperatur adalah 1/menit, dengan energi aktivasi -346,33444 kJ/mol dengan  $k = 0,0010 e^{-41,656/T}$ .*

**Kata kunci:** kulit buah kapuk; selulosa; glukosa; oksidasi; oksidator ; hidrogen peroksida

### Abstract

*Kapok (Ceiba pentandra) is one type of plant that grows and cultivates widely in the tropics area. Indonesia is one of the biggest cotton-producing countries in the world. One of the ingredients of kapok rind is cellulose. Cellulose can be hydrolyzed into glucose then oxidized with hydrogen peroxide. This study aims to determine the reaction speed and activation energy. The oxidizing process using a hydrogen peroxide oxidizer was carried out in a flask equipped with a stirrer and heated on a heater using variable temperature (30, 40, 50, 60, and 70°C) and reaction time (30, 40, 50, 60, and 70 minutes). The results showed that the kinetics of the glucose oxidation reaction from the hydrolysis of kapok rind using hydrogen peroxide were second-order, with the reaction rate constant for each temperature being 1/minute, with an activation energy of -346.33444 kJ/mol with  $k = 0,0010 e^{-41,656/T}$ .*

**Key words:** kapok rind; cellulose; glucose; oxidation; oxidator; hydrogen peroxide

### PENDAHULUAN

Kapuk (*Ceiba pentandra*) merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh dan banyak dibudidayakan di daerah tropis. Bagian dari tanaman kapuk yang paling sering dimanfaatkan adalah serat di dalam buahnya yang umumnya digunakan sebagai bahan pengisi pada bantal, guling, atau kasur. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kapuk terbesar di dunia. Berdasarkan

data pada tahun 2013 luas perkebunan kapuk di Indonesia 157.283 ha yang menghasilkan kapuk hingga 61.273 ton. Sejumlah faktor yang menyebabkan menurunnya ekspor kapuk Indonesia diantaranya adalah adanya persaingan dengan penggunaan bahan sintesis yang lebih murah. Permasalahan lain dari kapuk diantaranya adalah pemanfaatan dari kulit kapuk yang masih terbatas sebagai bahan biopestisida dan obat-obatan. Sehingga perlu

adanya alternatif produk lainnya, yaitu asam oksalat berbahan baku dari kulit kapuk.

Dalam hal ini sudah banyak yang melakukan penelitian pembuatan asam oksalat yang dilakukan dengan bahan lain yang mengandung kadar selulosa yang cukup tinggi sampai yang relatif rendah. Bahan-bahan yang sudah pernah dilakukan penelitian dalam pembuatan asam oksalat meliputi pelepah kelapa sawit, sekam padi, alang alang, maupun sampai sabut siwalan. Dengan melihat bahan-bahan yang sudah digunakan dalam penelitian penelitian sebelumnya, sehingga perlu adanya penelitian pembuatan asam oksalat menggunakan kulit buah kapuk dengan oksidator hidrogen peroksida untuk menentukan nilai kecepatan reaksi dalam pembuatan asam oksalat dengan bahan kulit buah kapuk digunakan untuk merancang reaktor.

### Selulosa

Selulosa pada tanaman merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa membentuk 5 dan 6 karbon gula dan lignin. Selulosa dapat terkomposisi jadi glukosa dengan bantuan enzim selulosa atau dengan cara hidrolisis.

Molekul selulosa sangat besar dan berbeda dalam susunannya dengan karbohidrat jenis lain. Molekul-molekul tersebut berikatan dan membentuk rantai panjang dari kesatuan D-glukosa yang dihubungkan oleh rantai  $\beta$ -glukosid 1,4 sehingga berat molekul selulosa besar [1].

### Glukosa

Glukosa adalah salah satu monosakarida sederhana yang mempunyai rumus molekul  $C_6H_{12}O_6$ . Kata glukosa diambil dari bahasa Yunani yaitu *glukus* yang berarti manis, karena memang nyata bahwa glukosa mempunyai rasa manis. Nama lain dari glukosa antara lain dekstrosa, D-glukosa, atau gula buah karena glukosa banyak terdapat pada buah-buahan. Glukosa merupakan suatu aldoheksosa yang mempunyai sifat dapat memutar cahaya terpolarisasi ke arah kanan [2].

### Asam Oksalat

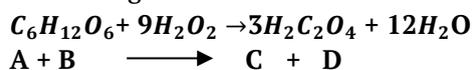
Asam oksalat merupakan senyawa dikarboksilat yang atom-atom C nya mampu mengikat lebih dari satu gugus hidroksil. Asam ini tidak berwarna dan transparan, tidak berbau dan higroskopis. Asam oksalat mudah teroksidasi total dan oleh pengaruh panas yang tinggi akan terurai menjadi  $CO_2$  dan asam formiat. Dan secara alami asam oksalat bisa terjadi dalam tumbuh-tumbuhan dan dapat dibuat dengan ekstraksi alkali dari limbah penggergajian [3].

### Hidrogen peroksida

Hidrogen peroksida berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit lebih kental dari air dan dapat bercampur dengan air dalam berbagai komposisi. Hidrogen peroksida bersifat asam yang sangat lemah dan mempunyai kemampuan sifat oksidator yang sangat kuat. Hidrogen peroksida digunakan sebagai zat pemutih (bleaching), desinfektan, antiseptik, oksidator dan pendorong roket. Hidrogen peroksida ini memiliki suhu optimum yaitu, 80-85°C. Jika suhu pada saat proses kurang dari 80°C maka proses akan berjalan lambat, sedangkan jika lebih dari 85°C hasil proses tidak sempurna [4].

Kinetika reaksi adalah suatu cabang ilmu kimia yang mempelajari tentang mekanisme reaksi, yaitu bagaimana reaksi itu berlangsung dan terjadinya kecepatan reaksi. Kecepatan merupakan pengurangan setiap satuan jumlah "tempat" berlangsungnya reaksi dan tergantung pada jenis reaksi [5].

Reaksi yang terjadi pada pembuatan asam oksalat dengan kulit buah kapuk dan peroksida ialah sebagai berikut:



Faktor faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi antara lain adalah [6]:

a. Waktu

Semakin lama waktu reaksi, maka reaksi yang terjadi akan semakin mendekati sempurna karena waktu kontak antara zat-zat tersebut akan semakin lama. Tetapi perlu diperhatikan bahwa waktu reaksi yang berlebih dapat menyebabkan reaksi yang berlanjut ke reaksi yang tidak diinginkan, sehingga perlu dicari waktu reaksi optimumnya.

b. Temperatur

Hubungan antara temperatur dan kecepatan reaksi dinyatakan oleh persamaan Arrhenius sebagai berikut:

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT} \quad (1)$$

dengan :

k = tetapan laju reaksi  $k_0$

E = energi aktivasi

$k_0$  = faktor frekuensi

R = tetapan gas = 8,314 Joule/mol.°K = 1,987 kal/mol.°K

Untuk setiap kenaikan temperatur akan memberikan kenaikan harga k. Semakin besar harga k, maka kecepatan reaksi akan semakin besar pula. Tetapi perlu diperhatikan pada penelitian ini bahwa apabila suhu terlalu tinggi maka akan menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan pada asam oksalat.

#### c. Komposisi dan Konsentrasi

Komposisi suatu bahan sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi, selain itu adanya zat inert juga mempengaruhi kecepatan reaksi. Suatu reaksi biasanya dapat berubah menjadi produk dengan cepat apabila direaksikan dengan konsentrasi yang tinggi, tetapi itu tidak berlaku pada semua reaksi. Sehingga perlu dicari perbandingan yang baik yang nantinya didapatkan konversi produk yang sangat tinggi.

#### d. Pengadukan

Pengadukan akan membantu mempercepat terjadinya reaksi karena dengan pengadukan akan memperbesar frekuensi tumbukan dan harga konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar pula. Hal ini dinyatakan dengan persamaan Arrhenius (1).

#### e. Katalisator

Katalisator adalah zat yang mempercepat reaksi, tetapi tidak ikut bereaksi. Adanya katalis akan menurunkan energi aktivasi ( $E_a$ ) dari suatu reaksi, sehingga lebih mudah dilampaui oleh molekul-molekul reaktan akibatnya reaksi menjadi lebih cepat.

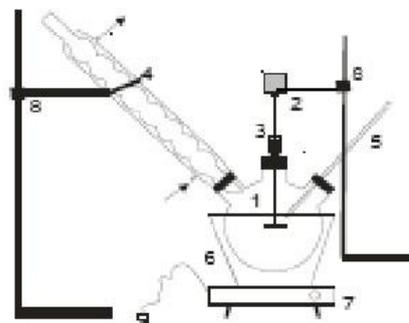
### METODE PENELITIAN

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kapuk, NaOH 1N, Peroksida ( $H_2O_2$ ), Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) 1N dan Kalium Permanganat ( $KMnO_4$ ).

#### Alat

Alat yang digunakan pada percobaan ini terdiri dari beberapa alat seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



- Keterangan:
- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Labu leher tiga | 5. Termometer      |
| 2. Statif dan klem | 6. Water bath      |
| 3. Pengaduk        | 7. Kompor listrik  |
| 4. Kondensor       | 8. Statif dan Klem |

Gambar 1. Rangkaian Alat Pembuatan Asam Oksalat

#### Prosedur

##### Pembuatan Asam Oksalat

Kulit kapuk yang telah dikeringkan dalam oven (pada suhu 80°C selama 10 menit), ditambah NaOH 1N lalu dipanaskan selama 60 menit pada suhu 60°C (dengan pengadukan 250 rpm) kemudian dilakukan penyaringan dan hasil residu didapatkannya selulosa yang kemudian dihidrolisis selama 55 menit pada suhu 60°C. Hasil hidrolisis adalah larutan glukosa. Larutan glukosa dari hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambah 27 mL larutan peroksida dengan suhu dan waktu sesuai variabel. Selama proses oksidasi akan terbentuk asam oksalat yang kemudian dianalisa kadarnya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan yang dilakukan dalam pemilihan ini meliputi suhu reaksi dan waktu reaksi dari pembuatan asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ). Setelah dianalisa kandungan glukosa yang terkandung dalam ekstrak kapuk sebesar 3,74 %. Data hasil penelitian digunakan untuk menentukan konversi, orde reaksi, konstanta kecepatan reaksi yang dipengaruhi oleh suhu dan waktu reaksi.

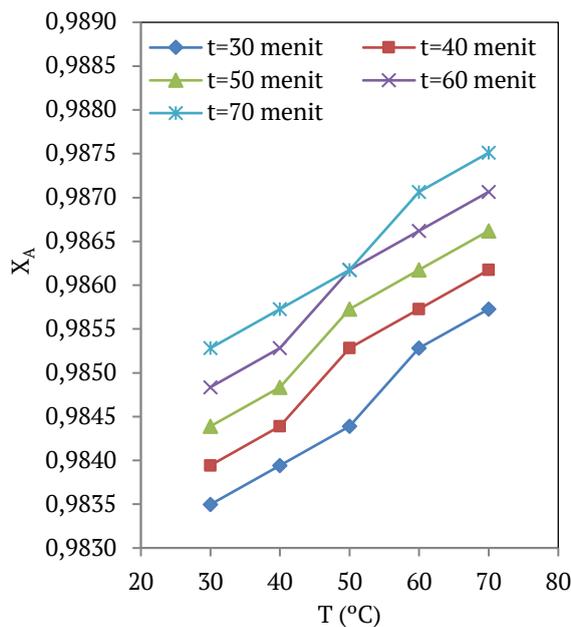
Pengaruh suhu terhadap konversi larutan glukosa menjadi asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Tabel 1

dan Gambar 2 yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi, maka konversi

semakin tinggi. Hasil terbaik konversi asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) pada suhu  $70^\circ C$  dan waktu 70 menit yaitu 0,8751. Hal ini disebabkan suhu tinggi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak semakin cepat, maka tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi, sehingga reaksi berlangsung dengan baik dan konversi asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) semakin besar.

Tabel 1. Perhitungan Konversi

Waktu	Konversi $X_A$				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
30	0,8350	0,8394	0,8439	0,8528	0,8573
40	0,8394	0,8439	0,8528	0,8573	0,8617
50	0,8439	0,8484	0,8573	0,8617	0,8662
60	0,8484	0,8528	0,8573	0,8662	0,8707
70	0,8394	0,8439	0,8484	0,8528	0,8751



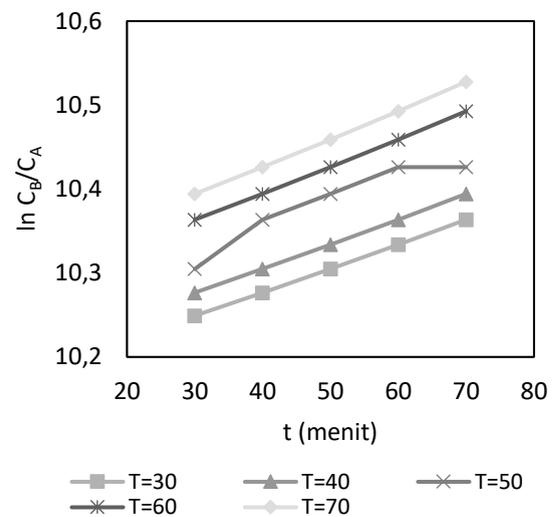
Gambar 2. Grafik Hubungan antara  $T$  ( $^\circ C$ ) vs  $X_A$  pada berbagai waktu (menit)

Hal ini disebabkan suhu yang tinggi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak semakin cepat, maka tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi, sehingga reaksi berlangsung dengan baik dan konversi asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) semakin besar. Adapun syarat terjadinya tumbukan yaitu

berada pada posisi efektif dan energi yang cukup.

Tabel 2. Pengaruh  $\ln C_B/C_A$  terhadap  $t$  (menit) pada berbagai suhu reaksi ( $^\circ C$ )

$t$ (min)	$\ln C_B/C_A$				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
30	10,2492	10,2766	10,3047	10,3636	10,3943
40	10,2766	10,3047	10,3636	10,3943	10,4261
50	10,3047	10,3337	10,3943	10,4261	10,4589
60	10,3337	10,3636	10,4261	10,4589	10,4928
70	10,3636	10,3943	10,4261	10,4928	10,5279



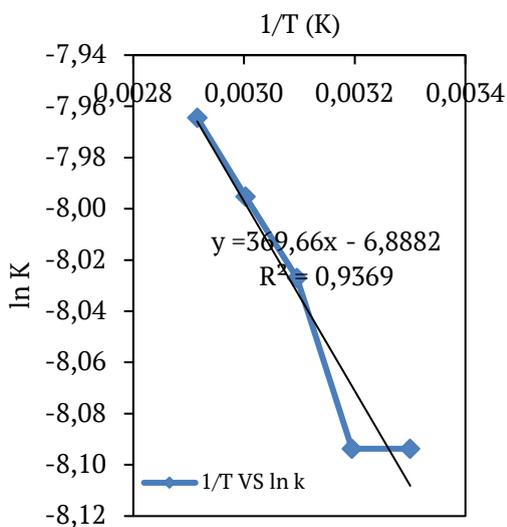
Gambar 3. Hubungan  $\ln C_B/C_A$  terhadap waktu (menit)

Dari Tabel 2 dan Gambar 3 menunjukkan plot  $\ln C_B/C_A$  terhadap waktu reaksi menghasilkan garis lurus dan  $R^2$  yang bernilai mendekati 1 dengan intersep, sehingga kinetika reaksi pembuatan asam oksalat ( $H_2C_2O_4$ ) dari kulit buah kapuk dan peroksida ( $H_2O_2$ ) dapat dikatakan mengikuti reaksi orde II.

Tabel 3. Penentuan frekuensi tumbukan dan energi aktivasi

Suhu, $T$ (K)	K	$\ln k$	$1/T$
303	0,0003	-8,0937	0,0033
313	0,0003	-8,0937	0,0032
323	0,0003	-8,0270	0,0031
333	0,0003	-7,9953	0,0030
343	0,0003	-7,9645	0,0029

Dari data pada Tabel 3 didapatkan grafik ln k versus 1/T seperti pada grafik di bawah ini :



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara ln K terhadap 1/T

Dari Gambar 4 diperoleh suatu persamaan garis lurus yaitu:

$$y = 369,66 x - 6,8882$$

jika dihubungkan dengan persamaan Hukum Arrhenius (1) persamaan di atas menjadi

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{RT} \quad (2)$$

Sehingga diperoleh harga frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) sebesar 0,0010 dan harga energi aktivasi (E) sebesar  $-346,33444$  J/mol. Maka akan diperoleh nilai  $k = 0,0010 e^{-41,656/T}$ .

### SIMPULAN

Reaksi pembuatan asam oksalat dari kulit buah kapuk dan hidrogen peroksida mengikuti reaksi orde II dengan persamaan Arrhenius:  $k = 0,0010 e^{-41,656/T}$ . Semakin lama waktu reaksi semakin besar pula konversi asam oksalat yang terbentuk. Demikian pula, semakin tinggi suhu reaksi maka semakin besar pula konversi asam oksalat yang terbentuk.

### SARAN

1. Pelaksanaan proses yang berkelanjutan (continue).
2. Menggunakan variabel yang berbeda, misalnya perbandingan mol reaktan atau kecepatan pengadukan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. E. Kirk and D. F. Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 4. New York: The International Science Encyclopedia Inc., 1952.
- [2] L. Tuslinah, "Pengembangan Metode Analisis Glukosa Produk Makanan Rendah Gula," *J. Kesehat. Bakti Tunas Husada J. Ilmu-ilmu Keperawatan, Anal. Kesehat. dan Farm.*, vol. 11, no. 1, p. 59, 2015.
- [3] A. Nurfadila, "Pembuatan Asam Oksalat dari Limbah Pisang Kepok dengan Peleburan Alkali," Universitas Aliudin Islam Makassar, 2017.
- [4] P. Coniwati, M. N. P. Anka, and C. Sanders, "Pengaruh Konsentrasi, Waktu dan Temperatur terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas," *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 3, pp. 47–55, 2015.
- [5] O. Levenspiel, *Chemical Reaction Engineering*, 3rd ed. New York: John Willey and Sons, 1999.
- [6] S. Kristianingrum, "Kinetika Kimia," Universitas Negeri Yogyakarta, 2003.