



SKRIPSI – TK141581

**“STUDI KINETIKA DEGRADASI SELULOSE DARI TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) MENJADI TURUNANNYA
KHUSUSNYA MONOSAKARIDA PADA TEMPERATUR
TINGGI”**

**Oleh:
ZAINIYAH SALAM
NRP. 2312106019**

**PRADITA ARDYAGARINI
NRP. 2312106020**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950042819790311002**

**Ir. Ignatius Gunardi, MT
NIP. 195509211984041001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



SKRIPSI – TK141581

***“STUDY KINETICS OF DEGRADATION CELLULOSE FROM
PALM EMPTY FRUIT BUNCH (PEFB) INTO THE DERIVATIVES
ESPECIALLY MONOSACCHARIDES AT HIGH TEMPERATURE”***

Authors:

**Zainiyah Salam
NRP. 2312106019**

**Pradita Ardyagarini
NRP. 2312106020**

Advisor

**Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950042819790311002**

**Ir. Ignatius Gunardi, MT
NIP. 195509211984041001**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015**

STUDI KINETIKA DEGRADASI SELULOSE DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) MENJADI
TURUNANNYA KHUSUSNYA MONOSAKARIDA PADA
TEMPERATUR TINGGI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-I Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Zainiyah Salam

NRP 2312106019

Pradita Ardyagarini

NRP 2312106020

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA (Pembimbing I)
2. Ir. Ignatius Gunardi, MT (Pembimbing II)
3. Prof. Dr. Ir. Arief Widaja, M.Eng (Penguji I)
4. Setiyo Gunawan ST., Ph.D. (Penguji II)
5. Siti Zulaikah, ST., MT., Ph.D. (Penguji III)



Surabaya
Januari 2015

“STUDI KINETIKA DEGRADASI SELULOSE DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) MENJADI TURUNANNYA KHUSUSNYA MONOSAKARIDA PADA TEMPERATUR TINGGI”

Abstrak

TKKS tersusun dari selulosa 39,13%, hemiselulosa 23,40%, dan 34,37% lignin (Isroi, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses degradasi selulose, pengaruh waktu, suhu dan konsentrasi katalis terhadap proses degradasi selulose, mempelajari kinetika reaksi proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi. Degradasi selulose dapat dilakukan dengan cara hidrolisa. Beberapa cara hidrolisa antara lain : hirolisa menggunakan asam encer, hidrolisa menggunakan asam pekat dan hidrolisa enzymatic. Dalam penelitian ini dilakukan hidrolisa selulosa menggunakan asam encer yang dilakukan pada suhu tinggi. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan semakin besar konsentrasi H_2SO_4 , konsentrasi glukosa yang dihasilkan juga semakin besar. Konsentrasi glukosa yang paling besar pada variabel yang dtentukan dihasilkan pada konsentrasi katalis H_2SO_4 0,5 N pada suhu $250^{\circ}C$ dan $t = 120$ menit sebesar 0,20945 mol/L. Kinetika degradasi selulose menjadi glukosa mengikuti orde 1.

Kata Kunci: Degradasi, hidrolisa, selulosa, TKKS, kinetika, monosakarida

“STUDY KINETICS OF DEGRADATION CELLULOSE FROM PALM EMPTY FRUIT BUNCH (PEFB) INTO THE DERIVATIVES ESPECIALLY MONOSACCHARIDES AT HIGH TEMPERATURE”

Abstract

Palm empty fruit bunch consist of cellulose 39.13%, hemicellulose 23.40% and lignin 34.37% (Isroi, 2013). This research aims to study the process of cellulose degradation from oil palm empty fruit bunches into monosaccharide derivatives, especially at high temperatures, Studying the effects of time, temperature and catalyst concentration on cellulose degradation process of oil palm empty fruit bunches into monosaccharide derivatives, especially at high temperatures. Study the reaction kinetics of cellulose degradation process of oil palm empty fruit bunches into monosaccharide derivatives, especially at high temperatures. Degradation of cellulose can be done by hydrolysis. Some ways hydrolysis include: hirolisa using dilute acid, concentrated acid hydrolysis and enzymatic hydrolysis. In this research, using dilute acid hydrolysis of cellulose is done at high temperatures. From this research, the greater the concentration of H_2SO_4 , the resulting glucose concentration also increases. The greatest concentration of glucose produced in the catalyst of concentration of 0.5 N H_2SO_4 at a temperature of $250^\circ C$ and $t = 120$ min of 0.20945 mol / L. Kinetics of degradation of cellulose to glucose following the first order.

Key Word : *Degradation, hydrolysis, cellulose, palm empty fruit bunch (PEFB), kinetics, monosaccharide*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat melaksanakan seminar skripsi yang berjudul *Studi Kinetika Degradasi Selulose dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Menjadi Turunannya Khususnya Monosakarida pada Temperatur Tinggi* dan menyelesaikan laporan ini tepat pada waktunya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA., selaku Dosen Pembimbing dan Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
3. Bapak Ir. Ignatius Gunardi, MT., selaku Dosen Pembimbing di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
4. Bapak Setiyo Gunawan, ST., Ph.D, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia.
6. Orang tua kami atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
7. Teman-teman “TRK Crew” atas bantuan, dukungan semangat serta saran selama proses penelitian ini berlangsung.
8. Pak Tomo dan Pak Slamet yang telah banyak membantu selama penelitian ini berlangsung.
9. Mbak Dira “BIOKIM” atas bantuannya selama proses analisa hasil penelitian kami.

10. Teman-teman seangkatan LJ Genap 2012 atas semangat dan canda tawa selama ini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, Januari 2015

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAKSI	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
II.2 Selulosa.....	5
II.2.1 Turunan-turunan Selulosa	6
II.3 Hemiselulosa	6
II.4 Monosakarida	7
II.5 Degradasi Selulosa	7
II.6 Kinetika Reaksi	9
II.7 Penelitian Terdahulu	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Alat dan Bahan	14
III.1.1 Alat yang Digunakan	14
III.1.2 Bahan yang Digunakan.....	14
III.2 Variabel yang digunakan	14
III.2.1 Variabel Tetap	14
III.2.2 Variabel Berubah.....	14
III.3 Parameter yang dianalisa	15
III.4 Diagram Alir Penelitian.....	15
III.4.1 Preparasi Bahan Baku	16
III.4.2 Proses Ekstraksi Selulose	16
III.4.3 Proses Hidrolisis.....	17

III.5 Gambar Alat	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Penentuan Kinetika Reaksi	21
IV.2 Perhitungan energi aktivasi	23
IV.3 Pengaruh Suhu Reaksi terhadap Rate pembentukan glukosa	25
IV.4 Hasil analisa HPLC untuk glukosa yang dihasilkan.....	28
BAB V Kesimpulan	
V.1 Kesimpulan.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
APPENDIKS.....	xi

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 (a) Tandan dengan kelapa sawit masih menempel ... 4 (b) Tandan kosong kelapa sawit 4	4
Gambar II.2 Struktur selulosa 5	5
Gambar II.3 Hemiselulosa pada batang tumbuhan..... 6	6
Gambar II.4 Gugus Monosakarida 7	7
Gambar II.5 Grafik hubungan temperatur dengan laju reaksi 11	11
Gambar III.1 Skema prosedur penelitian 15	15
Gambar III.2 Peralatan ekstraksi dan keterangannya..... 19	19
Gambar III.3 Reaktor hidrothermal dan keterangannya..... 19	19
Gambar IV.1 Grafik profil energi aktivasi 23	23
Gambar IV.2 Grafik hubungan antara $\ln k$ vs $1/T$ 24	24
Gambar IV.3 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,1 N..... 25	25
Gambar IV.4 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,25 N..... 26	26
Gambar IV.5 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,5 N 27	27
Gambar IV.6 Hasil Analisa HPLC glukosa pada konsentrasi 0,1 N, suhu $175^\circ C$ dan waktu 0 menit..... 28	28

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Komposisi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	5
Tabel II.2 Hasil Penelitian Hidrolisis Asam Terdahulu.....	12
Tabel IV.1 Hasil perhitungan kinetika reaksi tiap variabel konsentrasi dan suhu.....	22
Tabel IV.2 Energi aktivasi tiap konsentrasi katalis.....	24

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
E	Energy aktivasi
k_0	frequency factor
R	temperature gas constant
T	temperature absolute
t	waktu (menit)
k	konstanta kecepatan reaksi (menit ⁻¹)
τ	Residence time
E_a	Energi Aktivasi (J/mol)
$-r_a$	Laju reaksi

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Prospek perkembangan industri kelapa sawit saat ini sangat pesat, dimana terjadi peningkatan jumlah produksi kelapa sawit seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat. Hal ini terlihat dari total luas areal perkebunan kelapa sawit yang terus bertambah yaitu menjadi 7,8 juta hektar pada tahun 2010 dan terus meningkat pada tahun 2011 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2012). Dengan meningkatnya produksi kelapa sawit, maka tentu akan berdampak pada peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan minyak kelapa sawit adalah limbah cair dan limbah padat. Limbah padat berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).

Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) dihasilkan TKKS sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS. Apabila dalam sebuah pabrik dengan kapasitas pengolahan 100 ton/jam dengan waktu operasi selama jam, maka akan dihasilkan sebanyak ton TKKS. Jumlah limbah TKKS seluruh Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan mencapai 18.2 juta ton. Jumlah yang luar biasa besar. Ironis sekali, limbah ini belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia (Nuryanto, 2000).

Limbah padat berupa tandan kosong dan lumpur, keduanya menjadi penyebab bau busuk dan tempat bersarangnya lalat. Selama ini TKKS yang jumlahnya 23% dari tandan buah segar hanya dimanfaatkan sebagai mulsa atau kompos untuk tanaman kelapa sawit. Itu pun tidak terserap seluruhnya dan pemanfaatan itu hanya menghasilkan nilai tambah rendah terhadap TKKS.

Limbah kelapa sawit semakin melimpah seiring dengan banyaknya pabrik pengolahan kelapa sawit yang kini mencapai 470 pabrik. Sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) berkapasitas 60 ton tandan/jam menghasilkan limbah 100 ton/hari. Itu artinya, total

limbah 470 pabrik itu mencapai 28,7-juta ton dalam bentuk cair dan 15,2-juta ton limbah padat per tahun.

Pengolahan/pemanfaatan TKKS oleh PKS (Pabrik kelapa sawit) masih sangat terbatas. Sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia masih membakar TKKS dalam *incinerator*, meskipun cara ini sudah dilarang oleh pemerintah. Alternatif pengolahan lainnya adalah dengan menimbun (open dumping), dijadikan mulsa di perkebuna kelapa sawit, atau diolah menjadi kompos.

Upaya-upaya pemanfaatan TKKS secara optimal sangatlah penting agar dapat menghasilkan produk yang memiliki nilai tambah tinggi. TKKS tersusun dari selulosa 39,13%, hemiselulosa 23,40%, dan 34,37% lignin (Isroi, 2013). Kandungan selulose yang tinggi pada TKKS sangat potensial untuk dihidrolisa menjadi turunannya khususnya monosakarida. Produk turunan selulosa sangat banyak digunakan dan diterapkan dalam pengolahan hasil pangan. Proses hidrolisis menggunakan asam maupun enzim adalah proses yang umum digunakan untuk mengubah karbohidrat menjadi molekul yang lebih kecil lagi bahkan hingga mengubah selulose menjadi gula sederhana.

I.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi
2. Bagaimana pengaruh waktu, suhu dan konsentrasi katalis terhadap proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi
3. Bagaimana kinetika reaksi proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi

I.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi
2. Mempelajari pengaruh waktu, suhu dan konsentrasi katalis terhadap proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi
3. Mempelajari kinetika reaksi proses degradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit menjadi turunannya khususnya monosakarida pada temperature tinggi

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sekaligus memberikan nilai tambah tandan kosong kelapa sawit. Sehingga dari tandan kosong kelapa sawit dapat dihasilkan degradasi dari selulose yang bernilai tinggi dengan aplikasi yang luas.
2. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk mendegradasi selulose dari tandan kosong kelapa sawit agar diterapkan dalam proses produksi dengan skala yang lebih besar.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber bahan kimia menjadi kajian yang mendapat perhatian luas oleh para peneliti saat ini. Salah satu sumber limbah pertanian adalah dari tanaman kelapa sawit yang menghasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), sabut kelapa sawit (SKS), tempurung kelapa sawit (TKS), dan batang kelapa sawit (BKS) (Santosa, 2010). Limbah TKKS menjadi salah satu objek karena kelimpahan produksi dan kandungan selulosa yang relatif tinggi, sebaliknya kandungan ligninnya relatif rendah. TKKS memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin berturut-turut adalah 45,9%, 22,8%, dan 16,5% (Darnoko, 1995). Kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam TKKS merupakan potensi yang cukup besar untuk dikonversi menjadi bahan sediaan kimia (*chemical feedstock*) bahkan menjadi glukosa atau bioetanol.



Gambar II.1 (a) Tandan dengan kelapa sawit masih menempel
(b) Tandan Kosong Kelapa Sawit

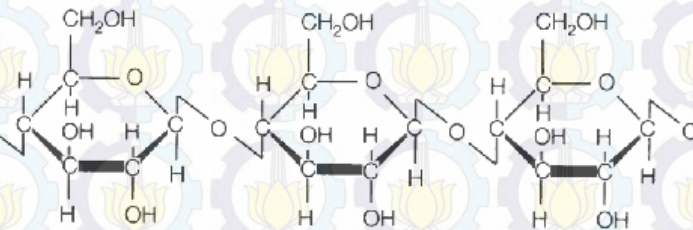
Tabel II.1 Komposisi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komponen Kimia	Komposisi (%)
Lignin	16,5
Ekstraktif	6,37
Pentosan	26,69
α -selulosa	45,9
Hemiselulosa	22,8
Abu	6,59

(kirk othmer, 1981)

II.2 Selulosa

Selulosa merupakan senyawa organik dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$, berupa polisakarida yang terdiri dari rantai linier dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan $\beta(1\rightarrow4)$ unit D-glukosa. Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur kayu dan dapat mengembang dalam larutan alkali atau dalam larutan garam.



Gambar II.2 Struktur selulosa

Selulosa tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam asam pekat, antara lain : Asam Sulfat (H_2SO_4) 72%, Asam Klorida (HCl) 40%, atau Asam fosfat (H_3PO_4) 85%.

II.2.1 Turunan-turunan Selulosa

1. Selulosa Xanthate

Terbuat dari hasil reaksi selulosa dengan karbon disulfida, merupakan turunan selulosa yang mudah larut.

2. Selulosa Asetat

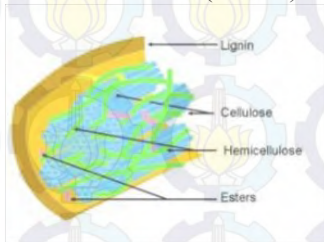
Terbuat dengan mereaksikan selulosa dengan asetat anhidrat, asam asetat, dan asam sulfat. Selulosa asetat dipintal menjadi serat dengan melarutkannya dalam aseton dan mengalirkan larutan ke dalam kolom udara panas yang akan menguapkan aseton dari serat yang terbentuk. Selulosa asetat juga dibentuk menjadi berbagai macam produk plastik dan larutannya digunakan untuk obat bius.

3. Selulosa trinitrat

Terbuat dengan mereaksikan selulosa dan campuran nitrat dan asam sulfat. Selulosa nitrat ini digunakan sebagai bahan peledak.

II.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa merujuk pada polisakarida yang mengisi ruang antara serat-serat selulosa dalam dinding sel tumbuhan. Secara biokimiawi, hemiselulosa adalah semua polisakarida yang dapat diekstraksi dalam larutan basa (alkalis).



Gambar II.3 Hemiselulosa pada batang tumbuhan

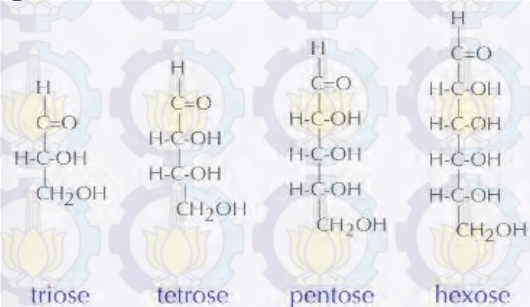
Monomer penyusun hemiselulosa biasanya adalah rantai D-glukosa, ditambah dengan berbagai bentuk monosakarida yang

terikat pada rantai, baik sebagai cabang atau mata rantai, seperti D-mannosa, D-galaktosa, D-fukosa, dan pentosa-pentosa seperti D-xilosa dan L-arabinosa. (kirk othmer, 1981)

Hemiselulosa dapat diekstraksi menggunakan air, tetapi biasanya proses ekstraksi hemiselulosa dilakukan dengan larutan alkali. Untuk menghindari terkontaminasi oleh lignin, maka sebelumnya perlu dilakukan proses delignifikasi terlebih dahulu. (kirk othmer, 1981)

II.4 Monosakarida

Monosakarida adalah karbohidrat yang paling sederhana. Klasifikasi monosakarida tergantung pada banyaknya atom C di dalam rantai juga ada tidaknya gugus aldehyd atau ketone di dalam rantai tersebut. Monosakarida yang terdiri dari 3 atom C disebut *triose*, sedangkan yang terdiri dari empat, lima, atau enam atom C disebut *tetrose*, *pentose*, atau *hexose*. Bila terdapat gugus aldehyd, maka monosakarida tersebut disebut *aldose*, dan jika terdapat gugus keton maka disebut *ketose*. Dengan demikian monosakarida yang terdiri dari 4 atom C dan terdapat gugus aldehyd disebut aldotetrose dan yang mengandung 6 atom C serta terdapat gugus keton disebut *ketohehexose*.



Gambar II.4 Gugus Monosakarida

II.5 Degradasi Selulosa

Degradasi selulosa dapat dilakukan dengan cara hidrolisa. Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu

senyawa pecah atau terurai. Hidrolisis selulosa dapat terjadi dengan penambahan katalis asam kuat maupun asam lemah baik itu asam sulfat maupun asam klorida.

(*shreve's chemical process industries 5th ed.*)

Beberapa cara hidrolisa selulosa antara lain :

1. **Hidrolisa asam encer**
2. **Hidrolisa asam pekat**
3. **Hidrolisa enzyomatis**

1. **Hidrolisa menggunakan asam encer**

Hidrolisa asam encer adalah hidrolisa yang menggunakan konsentrasi asam yang rendah dan temperatur yang tinggi.

2. **Hidrolisa asam pekat**

Hidrolisa asam pekat adalah hidrolisa yang menggunakan konsentrasi asam yang tinggi, seperti HCl 40%, H₂SO₄ 60%, atau HF 90%.

3. **Hidrolisis enzyomatik**

Hidrolisis selulosa dapat juga menggunakan enzim yang dapat bekerja di bawah temperatur tinggi dan temperatur rendah. Konversi selulosa yang dihasilkan bervariasi antara 50 sampai dengan 90% dengan dipengaruhi oleh waktu.

Secara umum hidrolisis enzyomatik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, tetapi hidrolisis enzyomatik juga memiliki beberapa masalah. Seringkali hidrolisis enzyomatik memerlukan waktu beberapa hari, sedangkan untuk asam hanya memerlukan waktu beberapa menit saja. Harga enzim cukup mahal dibandingkan dengan harga asam sulfat yang murah.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis selulosa antara lain : temperatur reaksi, waktu reaksi, pencampuran pereaksi, konsentrasi katalisator, serta kadar selulosa.

1. Temperatur

Dari kinetika reaksi, semakin tinggi temperatur reaksi makin cepat pula laju reaksinya. Tetapi jika proses berlangsung pada temperatur yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang menjadi arang.

2. Waktu

Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali.

3. Konsentrasi katalisator

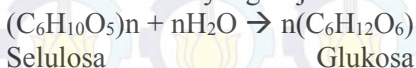
Pernambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai semakin cepat reaksi hidrolisis yang terjadi. Dalam waktu tertentu selulosa yang berubah menjadi glukosa juga meningkat. Laju proses hidrolisis akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi.

4. Kadar suspensi selulosa

Perbandingan antara air dan selulosa yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan lebih cepat. Bila air berlebihan, maka tumbukan antara selulosa dan air akan berkurang dan akan memperlambat jalannya reaksi.

II.6 Kinetika Reaksi

Reaksi hidrolisa yang terjadi :



Selulosa

Glukosa

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

$$-r_A = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

C_A = konsentrasi selulosa

C_B = Konsentrasi air

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

$$-r_A = k' \cdot C_A^a \quad \text{dengan } k' = k \cdot C_B^b$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A^a \dots\dots\dots(2)$$

Bila di dalam suatu percobaan dapat dicatat perubahan konsentrasi terhadap waktu maka data yang diperoleh dapat dijadikan dalam suatu tabel antara konsentrasi dan waktu. Maka persamaan (2) dapat dilogaritmakan menjadi :

$$\log \frac{dC_A}{dt} = \log k + a \log C_A \dots\dots\dots(3)$$

Apabila $-\frac{dC_A}{dt}$ dapat ditentukan dengan cara mencari slope antara C_A dengan t, maka hasil dari penggambaran grafik persamaan (3) dapat langsung diperoleh orde reaksi a sebagai slope dan log k sebagai intercept. Dari hasil tersebut dengan demikian nilai orde reaksi a dan konstanta kecepatan reaksi secara konstan dapat ditentukan. (Levenspiel. 1999)

Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Reaksi

Pada banyak reaksi khususnya reaksi elementer, laju reaksi bergantung pada temperatur dan energi aktivasi yang ditunjukkan dengan persamaan hukum Arrhenius :

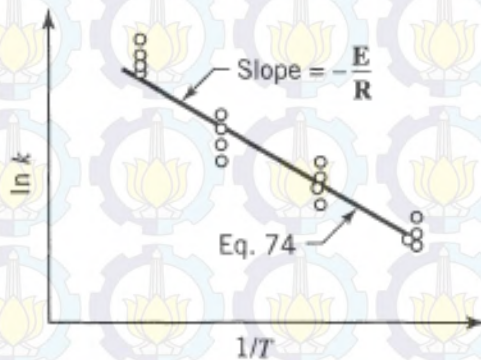
$$k = k_0 e^{-E/RT} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana k adalah konstanta laju reaksi, k_0 adalah faktor eksponensial, dan E adalah energi aktivasi reaksi. Pada konsentrasi yang sama tetapi dengan dua temperatur yang berbeda, Arrhenius menyatakan :

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \ln \frac{k_0}{k_0} = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Dengan syarat bahwa E diasumsi konstan.

Pengaruh temperatur terhadap laju reaksi dapat diketahui dengan dengan mengplot $\ln k$ dengan $1/T$. Dimana k adalah konstanta laju reaksi dan T adalah temperatur.



Gambar II.5 Grafik Hubungan Temperatur dengan Laju Reaksi

Dari grafik $\ln k$ vs $1/T$ tersebut akan diperoleh harga E . Hubungan energi aktivasi dengan laju reaksi adalah berbanding terbalik. Semakin besar energi aktivasi maka laju reaksinya semakin lambat karena energi minimum untuk terjadi reaksi semakin besar. Faktor yang mempengaruhi energi aktivasi (E) yaitu suhu (T), faktor eksponensial (k_0). Semakin kecil harga $\ln k$ maka harga $1/T$ rata-rata semakin besar. Ini membuktikan bahwa semakin tinggi temperatur maka energi aktivasinya akan semakin kecil dan semakin sedikit waktu yang diperlukan sehingga akan memperbesar harga laju reaksi.

II.7 Penelitian Terdahulu

Tabel II.2 Hasil Penelitian Hidrolisis Asam Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Jurnal	Jurnal	Hasil
1.	Bej B, et al	Kinetic Studies on Acid Catalysed Hydrolysi of Starch	Journal of Scientific & Industrial Research. Vol. 67, April 2008, pp. 295-298	konversi maksimum pati menjadi glukosa adalah 42% pada kondisi pH 3 dan temperatur 95°C dengan nilai energi aktivasi 7806 R dan faktor frekuensi (k_0) $6,583 \times 10^6$.
2.	Artati E. K., Novia E. M., Widhie H. V	Konstanta Kecepatan Reaksi sebagai Fungsi Temperatur pada Hidrolisa Selulosa dari Ampas Tebu dengan Katalisato	Ekulibrium Vol. 9 No. 1. Januari 2010 : 1 – 4	konstanta kecepatan reaksi berdasarkan temperatur adalah $k = 0,0114 \cdot e^{-107,43/T}$.

		r Asam Sulfat		
3.	Astrinia Aurora Dinarsari dan Alfiana Adhitasari	PROSES HIDROLISA PATI TALAS SENTE (<i>Alocasia macrorrhiza</i>) MENJADI GLUKOSA : STUDI KINETIKA REAKSI	Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 4, Tahun 2013, Halaman 253-260	pH yang baik pada pH 4 dan temperatur yang baik pada 90°C, nilai konstanta kecepatan reaksi k sebesar $9,139 \times 10^{-4}$ /menit dan persamaan kecepatan reaksi hidrolisa adalah $CA = 0,03740164 \cdot e^{-0,0009139 \cdot t}$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Alat dan Bahan

III.1.1 Alat yang Digunakan

1. Beaker glass
2. Gelas ukur
3. Labu ukur
4. Erlenmeyer
5. Pipet tetes
6. Spatula
7. Thermometer
8. Neraca Analitik
9. Pemanas elektrik
10. Blender
11. Oven

III.1.2 Bahan yang digunakan

1. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS)
2. NaOH
3. NaOCl
4. Aquadest
5. H₂SO₄
6. Gas N₂

III.2 Variabel yang Digunakan

III.2.1 Variabel Tetap

1. Feed 300 ml
2. Berat bubuk selulose 5%

III.2.2 Variabel Berubah

Untuk uji katalitik pada proses hidrolisis dalam reaktor menggunakan variable-variabel berikut :

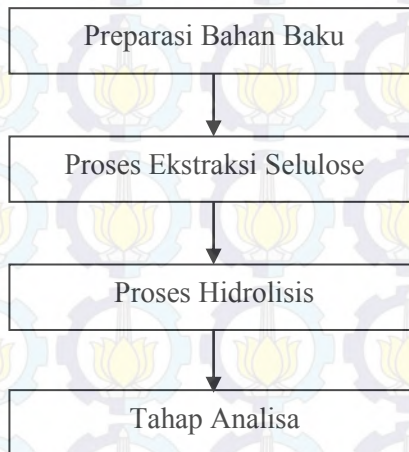
Waktu reaksi (menit) : 0, 30, 60, 90, 120
Suhu reaksi (°C) : 175, 200, 225, 250

Konsentrasi katalis : 0,1 N; 0,25 N; 0,5 N

III.3 Parameter yang Dianalisa Glukosa

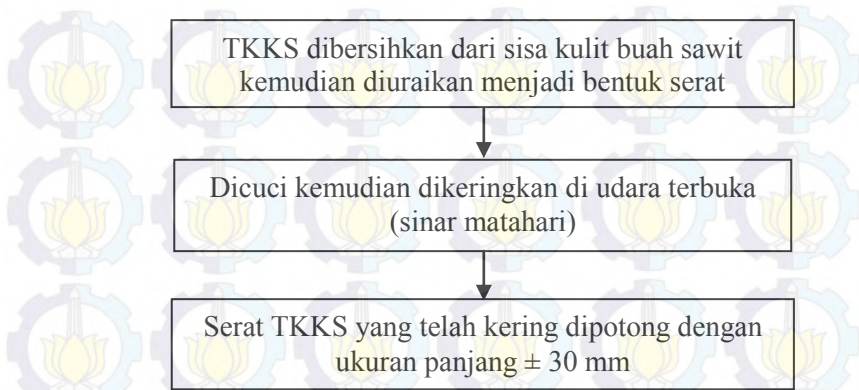
Glukosa dianalisa dengan spektrofotometer UV menggunakan larutan DNS untuk mengetahui konsentrasi glukosa pada sampel.

III.4 Diagram Alir Penelitian

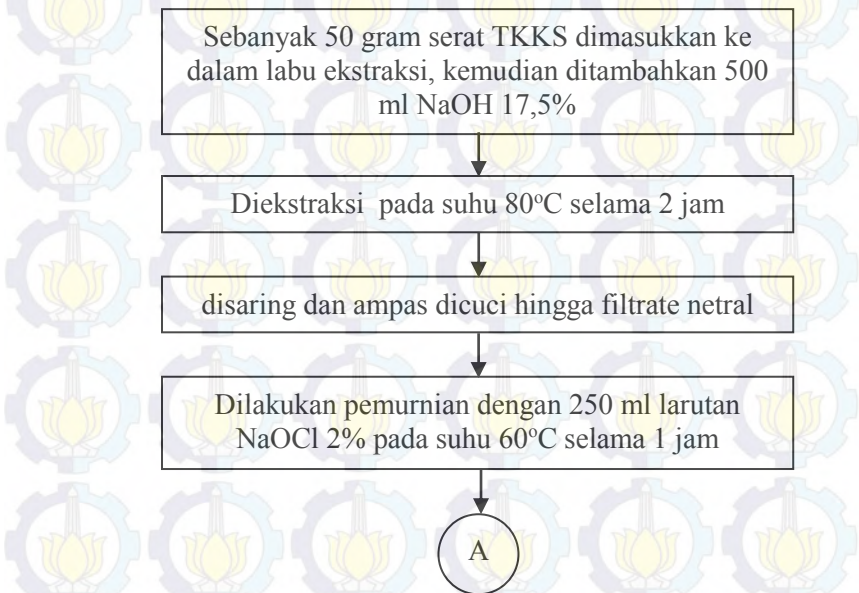


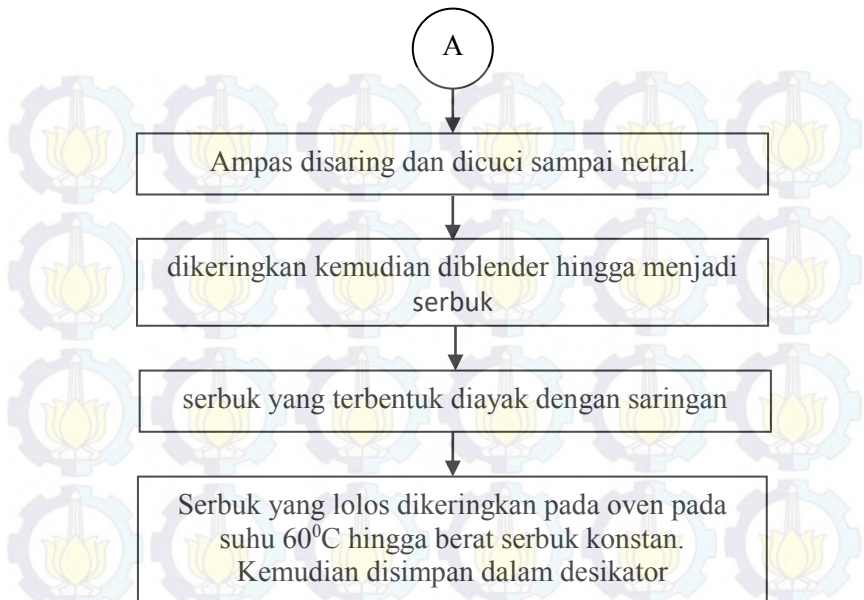
Gambar III.1 Skema Prosedur Penelitian

III.4.1 Preparasi Bahan Baku

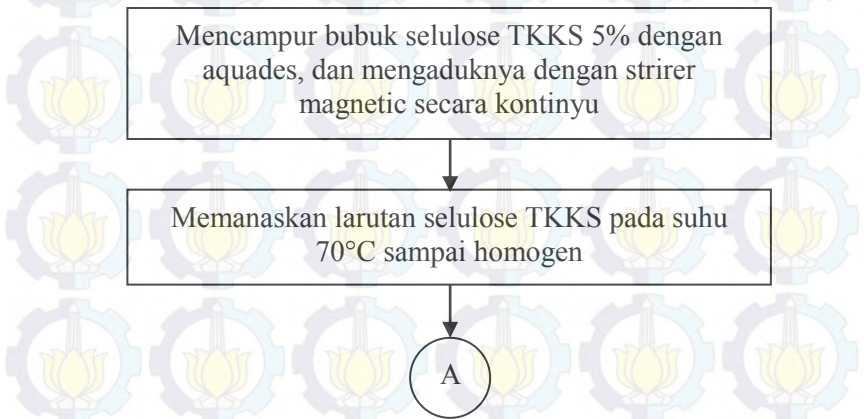


III.4.2 Proses Ekstraksi Selulose





III.4.3 Proses Hidrolisis



A

Memasukkan larutan selulose TKKS kedalam reaktor kemudian menambahkan katalis H_2SO_4 yang sesuai variabel

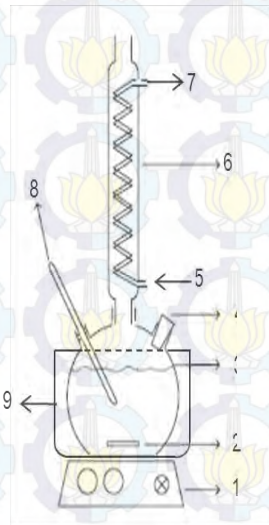
Melakukan purging N_2 terlebih dahulu pada reaktor untuk mengusir O_2 yang masih terjebak agar tidak ikut bereaksi

Melakukan proses hidrotermal pada kondisi tertentu dengan variabel yang telah ditentukan

Menganalisa hasil hidrolisis dengan spektrofotometer UV

III.5 Gambar Alat

1. Peralatan Ekstraksi

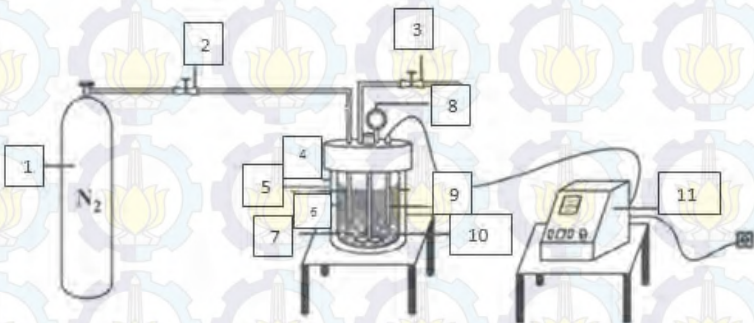


Keterangan :

1. Stirer
2. Magnetic stirer
3. Labu leher tiga
4. Karet sumbat
5. Air pendingin masuk
6. Kondensor reflux
7. Air pendingin keluar
8. Termometer
9. Oilbath

Gambar III.2 Peralatan ekstraksi dan keterangannya

2. Peralatan Hidrolisis



Gambar III.3 Reaktor hidrotermal dan keterangannya

Keterangan :

1. Tabung gas N_2
2. *Valve tube gas N_2*
3. *Gas outlet valve*
4. *Heater*
5. Reaktor
6. Larutan selulose TKKS
7. Pengaduk
8. *Pressure gauge*
9. *Thermocouple*
10. Katalis Asam Sulfat
11. Panel kontrol *heater-reactor*



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian kinetika reaksi Degradasi selulosa menjadi turunannya khususnya monosakarida (glukosa) yang telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) didapatkan hasil seperti uraian dibawah ini:

IV.1 Penentuan Kinetika reaksi

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh suhu terhadap laju reaksi degradasi selulosa. Untuk menentukan kinetika reaksi yaitu konstanta kecepatan reaksi (k) dan orde reaksi (n) diketahui dari persamaan yang didapat dari grafik hubungan antara $\log_{10} C_A$ dan $\log_{10} (-dC_A / dt)$. Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode differensial dari persamaan:

$$\begin{aligned} -r_A &= -\frac{dC_A}{dt} = k'[C_A]^n \\ \log_{10} \left(-\frac{\Delta C_A}{\Delta t} \right) &= \log_{10} k' + n \log_{10} [C_A]_{rata-rata} \end{aligned}$$

Intercept slope

Apabila semakin besar suhu dalam suatu reaksi, maka konstanta laju reaksi pembentukan glukosa semakin bertambah, sehingga mengakibatkan rate pembentukan glukosa juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu suatu reaksi, partikel-partikel yang bereaksi akan bergerak lebih cepat sehingga frekuensi tumbukan semakin besar.

Tabel IV.1 Hasil perhitungan kinetika reaksi tiap variabel konsentrasi dan suhu

Konsentrasi H ₂ SO ₄	Suhu (°C)	k	n
0,1 N	175	0,03208	1,0178
	200	0,03087	0,9913
	225	0,03032	0,9789
	250	0,03490	0,9440
0,25 N	175	0,03298	1,0386
	200	0,03214	1,0196
	225	0,03137	1,0018
	250	0,04190	1,4460
0,5 N	175	0,03459	1,0835
	200	0,03246	1,4886
	225	0,02934	0,9545
	250	0,03580	1,0837

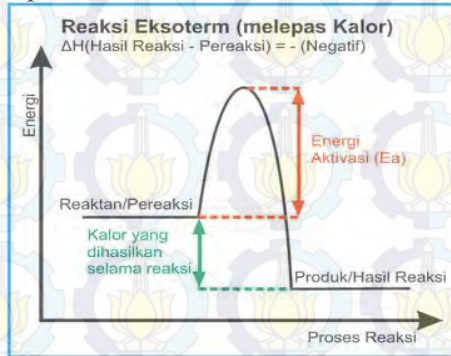
Dari Tabel IV.1 dapat disimpulkan bahwa nilai orde reaksi tiap konsentrasi katalis mendekati 1. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya tentang hidrolisis selulose menjadi glukosa yang menyebutkan bahwa orde reaksi untuk degradasi selulosa ataupun pati adalah orde 1. (yuniwati, 2011).

Pada tabel IV.1 juga dapat dilihat nilai konstanta kecepatan reaksi untuk variabel konsentrasi H₂SO₄ 0,1 N terjadi penurunan dan kenaikan. Hal ini tidak sesuai dengan persamaan Arrhenius dimana konstanta kecepatan reaksi akan semakin naik seiring dengan naiknya temperatur. Ketidaksesuaian ini bisa disebabkan beberapa hal salah satunya pada tekanan dan suhu yang tidak terjaga secara konstan yang dilakukan pada saat proses degradasi selulose didalam reaktor sehingga menyebabkan konsentrasi produk yang dihasilkan tiap variabel suhu juga tidak sesuai yang berakibat pada nilai konstanta juga mengalami kenaikan dan penurunan.

IV.2 Perhitungan Energi Aktivasi

Energi aktivasi adalah suatu energi minimum yang dibutuhkan agar reaksi kimia tertentu dapat terjadi. Energi aktivasi berpengaruh pada rate reaksi (cepat atau lambat reaksi berlangsung).

Contoh sederhana adalah reaksi eksotermal yang digambarkan seperti dibawah ini:



Gambar IV.1 Grafik Profil Energi Aktivasi

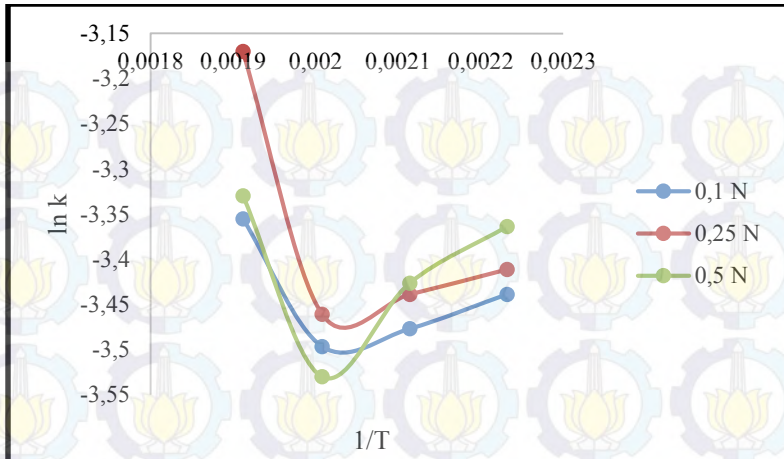
Jika partikel-partikel bertumbukan dengan energi yang lebih rendah dari energi aktivasi, tidak akan terjadi reaksi dan akan kembali ke keadaan semula. Hanya tumbukan yang memiliki energi sama atau lebih besar dari energi aktivasi energi yang dapat menghasilkan terjadinya reaksi.

Energi aktivasi dihitung dengan persamaan Arrhenius:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

Dimana $-E_a/R$ sebagai slope dan $\ln k_0$ sebagai intercept.

Dapat dihitung besar energi aktivasi sebagai slope dari plot grafik $\ln k$ vs $1/T$ sebagai berikut:



Gambar IV.2 Grafik hubungan antara $\ln k$ vs $1/T$

Dari Gambar IV.2.2 dapat diketahui harga E_a/R untuk masing-masing konsentrasi yaitu: 0,5 N = 217,328 J/mol ; 0,25 N = 15205,23 J/mol ; 0,1 N = 1657,15 J/mol serta dari hasil perhitungan didapat harga energi aktivasi untuk tiap konsentrasi seperti yang di tabelkan:

Tabel IV.2 Energi aktivasi tiap konsentrasi katalis

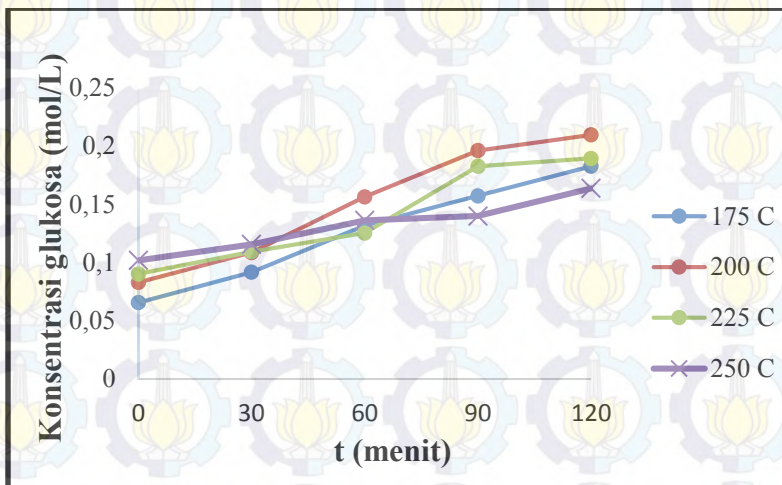
konsetrasi katalis H2SO4	E_a (J/mol)
0,5 N	217,328
0,25 N	15205,23
0,1 N	1657,15

Dari Tabel IV.2 dapat dilihat bahwa energi aktivasi mengalami kenaikan lalu kemudian mengalami penurunan seiring dengan semakin besarnya konsentrasi. Hal ini tidak sesuai dengan persamaan Arrhenius bahwa bahwa laju reaksi dan energi aktivasi berbanding terbalik sehingga semakin besar konsentrasi katalis,

kecepatan reaksi semakin meningkat dan energi aktivasi semakin menurun.

Ketidak sesuaian ini disebabkan karena nilai konstanta yang tidak stabil dimana terjadi penurunan kemudian kenaikan.

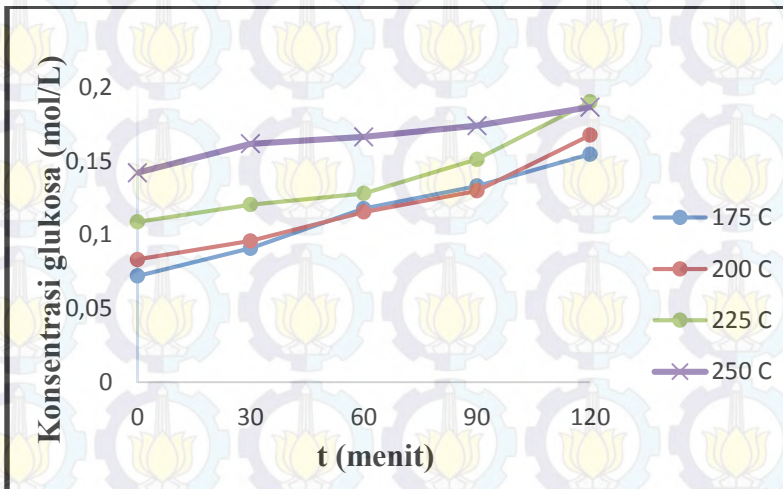
IV.3 Pengaruh Suhu Reaksi terhadap Rate pembentukan glukosa



Gambar IV.3 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,1 N

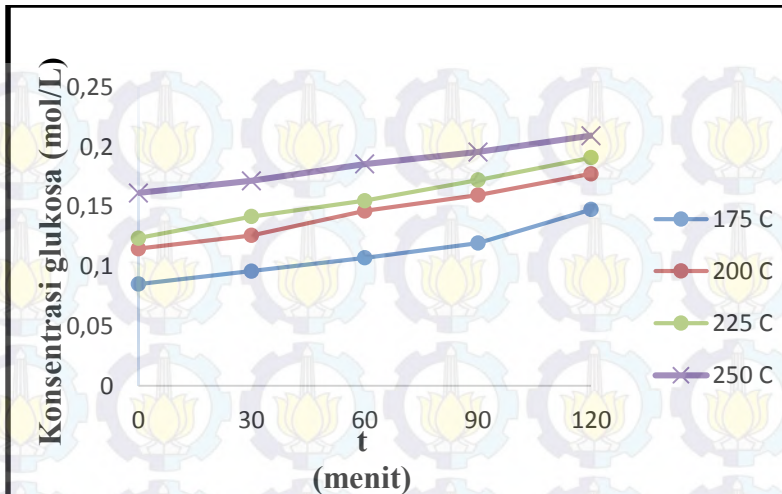
Dari data yang telah diplotkan seperti Gambar IV.3.1 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi pada variabel suhu 250 °C dimana seharusnya semakin besar suhu dan waktu reaksi, konsentrasi glukosa semakin besar. Harga konsentrasi glukosa seharusnya berbanding lurus terhadap suhu dan waktu reaksi, oleh karena itu adanya kenaikan suhu reaksi dan waktu reaksi mengakibatkan harga konsentrasi glukosa menjadi semakin besar. (yuniwati, 2011)

Ketidak sesuaian ini bisa disebabkan beberapa hal salah satunya pada tekanan dan suhu yang tidak terjaga secara konstan yang dilakukan pada saat proses degradasi selulose didalam reaktor sehingga menyebabkan konsentrasi produk yang dihasilkan tiap variabel suhu juga tidak sesuai yang berakibat pada nilai konstanta juga mengalami kenaikan dan penurunan.



Gambar IV.4 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,25 N

Dari data yang telah diplotkan seperti Grafik IV.3.2 diatas dapat dilihat bahwa semakin besar suhu dan waktu reaksi, konsentrasi glukosa semakin besar. Harga konsentrasi glukosa berbanding lurus terhadap suhu dan waktu reaksi, oleh karena itu adanya kenaikan suhu reaksi dan waktu reaksi mengakibatkan harga konsentrasi glukosa menjadi semakin besar. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa konsentrasi glukosa akan semakin besar ketika suhunya juga semakin besar.



Gambar IV.5 Grafik pengaruh waktu (menit) terhadap pembentukan glukosa tiap variabel suhu pada konsentrasi H_2SO_4 0,5 N

Dari data yang telah diplotkan seperti Grafik IV.3.3 diatas dapat dilihat bahwa semakin besar suhu dan waktu reaksi, konsentrasi glukosa semakin besar. Harga konsentrasi glukosa berbanding lurus terhadap suhu dan waktu reaksi, oleh karena itu adanya kenaikan suhu reaksi dan waktu reaksi mengakibatkan harga konsentrasi glukosa menjadi semakin besar. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa konsentrasi glukosa akan semakin besar ketika suhunya juga semakin besar.

IV.4 Hasil analisa HPLC untuk glukosa yang dihasilkan



Gambar IV.6 Hasil Analisa HPLC glukosa pada konsentrasi 0,1 N, suhu 175°C dan waktu 0 menit.

Dari analisa HPLC didapatkan glukosa sebesar 9,98799 ppm yang setara dengan 0,05548 mol/L. Sedangkan analisa menggunakan spektrofotometer UV pada Laboratorium teknologi biokimia pada panjang gelombang 540 nm di dapatkan glukosa pada konsentrasi katalis 0,1 N suhu 175°C waktu reaksi 0 menit sebesar 0,06562 mol/L. Hal ini menunjukkan bahwa hasil analisa tersebut valid.

BAB V

KESIMPULAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar konsentrasi H_2SO_4 , konsentrasi glukosa yang dihasilkan juga semakin besar.
2. Konsentrasi glukosa yang paling besar pada variabel yang ditentukan dihasilkan pada konsentrasi katalis H_2SO_4 0,5 N pada suhu $250^\circ C$ dan $t = 120$ menit sebesar 0,20945 mol/L.
3. Kinetika degradasi selulose menjadi glukosa mengikuti orde 1.

DAFTAR PUSTAKA

Agra I.B.,Warnijati,S., Pujianto B.1973. *Hidrolisa Pati Ketela Rambat Pada Suhu Lebih Dari 100°C*. Forum Teknik 3, 115-129.

Astrinia Aurora Dinarsari dan Alfiana Adhitasari .2013.*PROSES HIDROLISA PATI TALAS SENTE (Alocasia macrorrhiza) MENJADI GLUKOSA : STUDI KINETIKA REAKSI*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 4, Tahun 2013, Halaman 253-260

Artati E. K., Novia E. M., Widhie H. V., 2010. *Konstanta Kecepatan Reaksi sebagai Fungsi Suhu pada Hidrolisa Selulosa dari Ampas Tebu dengan Katalisator Asam Sulfat*. Ekuilibrium Vol. 9 No. 1. Januari 2010 : 1 – 4.

Bej B., Basu R. K., Ash s. N., 2008. *Kinetic Studies on Acid Catalysed Hydrolysis of Starch*.Journal of Scientific & Industrial Research. Vol. 67, April 2008, pp. 295-298.

<http://batalyonchamistr.blogspot.com/2012/07/pertemuan-ke-3.html>

Kirk, R.E., and Othemer D,F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 5*. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.

Levenspiel, Octave. 1999. *Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition*. New York : John Willey & Sons, Inc.

Appendiks

1. Membuat Larutan Asam Sulfat 0,5 N sebanyak 300 ml

Spesifikasi asam sulfat yang terdapat di laboratorium teknik reaksi kimia adalah sebagai berikut :

BM : 98,08 gr/mol

ρ H₂SO₄ : 1,84 gr/L

% H₂SO₄ : 10

$$M_1 = \frac{\rho \times \% \times 10}{BM} = 18,4$$

$$M_1 = \frac{1,84 \times 10 \times 10}{98,08} = 18,4$$

Dilakukan pengenceran dengan cara :

$$M = N/e$$

$$M = 0,5/2 = 0,25 \text{ M}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$18,4 \times 300 = 0,25 \times V_2$$

$$V_2 = 4,1 \text{ ml}$$

Untuk perhitungan variabel yang lainnya di hitung dengan cara yang sama.

2. Menghitung Yield

Massa TKKS : 50 gram

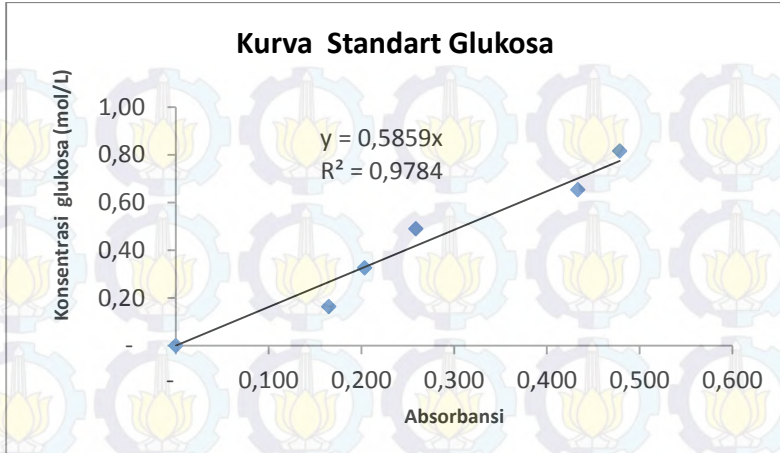
Massa selulosa yang terbentuk : 27 gram

$$\text{yield} = \frac{\text{Produk}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\%$$

$$\text{yield} = \frac{27}{50} \times 100\% = 54\%$$

3. Menghitung Konsentrasi Glukosa

Konsentrasi glukosa dihitung dari persamaan garis di dalam kurva standar glukosa menggunakan metode spektrofotometri uv



Dari kurva standar di atas di dapatkan persamaan garis $y=0.5859x$. Dari hasil analisa menggunakan spektrofotometri uv untuk sampel glukosa pada waktu 30 menit, suhu 175°C dan konsentrasi katalis asam sulfat $0,1\text{ N}$ didapatkan nilai absorbansi sebesar 0.157 , kemudian konsentrasi glukosa dihitung dengan cara :

$$y = 0.5859 \times 0.157$$

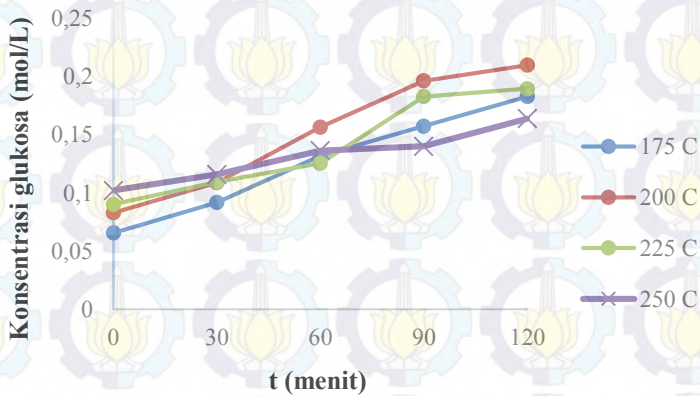
$$= 0.09169335 \text{ mol/L}$$

Untuk perhitungan variabel yang lainnya di hitung dengan cara yang sama.

- a. Hasil Perhitungan Konsentrasi Glukosa pada Konsentrasi Asam Sulfat $0,1\text{ N}$

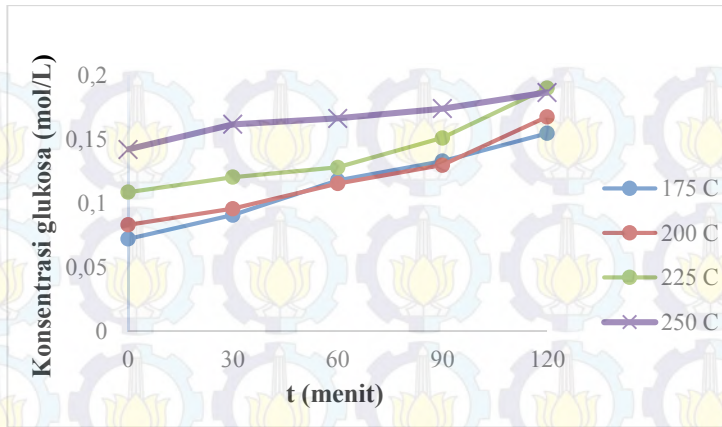
Konsentrasi (N)	T ($^{\circ}\text{C}$)	t (menit)	C glukosa $y = 0,5859x$
		0	0,0656
0,1	175	30	0,0916
		60	0,1318
		90	0,1573
		120	0,1828

200	0	0,0829
	30	0,1086
	60	0,1564
	90	0,1962
	120	0,2097
225	0	0,0902
	30	0,1092
	60	0,1253
	90	0,1828
	120	0,1895
250	0	0,1019
	30	0,1157
	60	0,1362
	90	0,1400
	120	0,1637



b. Hasil Perhitungan Konsentrasi Glukosa pada Konsentrasi Asam Sulfat 0,25 N

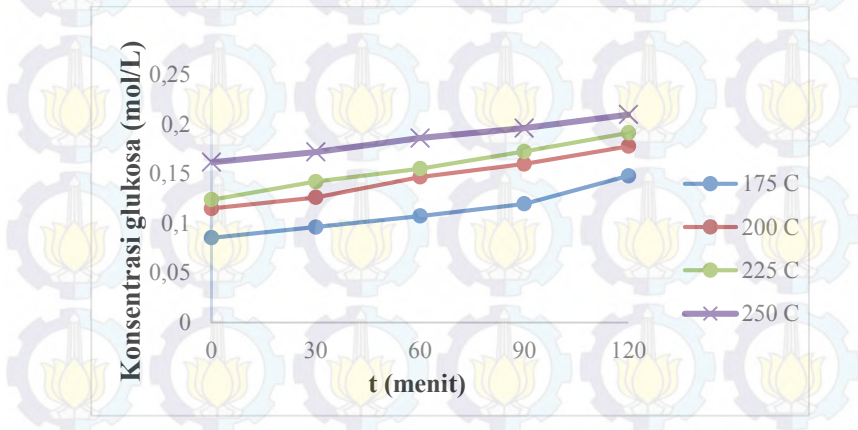
Konsentrasi (N)	T (°C)	t (menit)	C glukosa
			$y = 0,5859x$
0,25	175	0	0,0720
		30	0,0908
		60	0,1177
		90	0,1329
		120	0,1546
	200	0	0,0831
		30	0,0957
		60	0,1154
		90	0,1297
		120	0,1675
	225	0	0,1086
		30	0,1204
		60	0,1280
		90	0,1511
		120	0,1901
	250	0	0,1420
		30	0,1617
		60	0,1663
		90	0,1740
		120	0,1866



c. Hasil Perhitungan Konsentrasi Glukosa pada Konsentrasi Asam Sulfat 0,5N

Konsentrasi (N)	T (°C)	t (menit)	C glukosa
			$y = 0,5859x$
0,5	175	0	0,0852
		30	0,0960
		60	0,1072
		90	0,1195
		120	0,1476
	200	0	0,1148
		30	0,1259
		60	0,1464
		90	0,1596
		120	0,1775
	225	0	0,1236
		30	0,1417
		60	0,1549
		90	0,1722
		120	0,1910
	250	0	0,1614
		30	0,1716

	60	0,1857
	90	0,1956
	120	0,2094



4. Menghitung Konsentrasi Selulosa

Massa selulosa : 18 gram

BM selulosa : 162 gram/mol

Asumsi konsentrasi selulosa yang digunakan adalah konsentrasi seluruh glukosa yang terkandung dalam selulosa.

Volume larutan : 300 ml

$$\text{Konsentrasi selulosa} = \frac{\text{massa/BM}}{\text{Vol. larutan}}$$

$$= \frac{18/162}{300} = 0,00037 \frac{\text{mol}}{\text{ml}} = 0,37 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Reaksi yang terjadi :



Sehingga konsentrasi selulosa sisa dapat dihitung dengan cara :

$$C_s = C_{A0} - C_B$$

Keterangan :

A : Selulosa

B : Glukosa

C_{A0} : Konsentrasi selulosa mula-mula

C_B : Konsentrasi glukosa

C_s : Konsentrasi selulosa akhir

a. Hasil Perhitungan Konsentrasi Selulosa pada Konsentrasi Asam Sulfat 0,1 N

Konsentrasi (N)	T (°C)	t (menit)	C glukosa	C selulosa akhir (C selulosa awal - C glukosa)
0,1	175	0	0,0656	0,3047
		30	0,0916	0,2787
		60	0,1318	0,2385
		90	0,1573	0,2131
		120	0,1828	0,1876
	200	0	0,0829	0,2875
		30	0,1086	0,2617
		60	0,1564	0,2139
		90	0,1962	0,1741
		120	0,2097	0,1606
	225	0	0,0902	0,2801
		30	0,1092	0,2611
		60	0,1253	0,2450
		90	0,1828	0,1876
		120	0,1895	0,1808
	250	0	0,1019	0,2684
		30	0,1157	0,2547
		60	0,1362	0,2341
		90	0,1400	0,2303

		120	0,1637	0,2066
--	--	-----	--------	--------

b. Hasil Perhitungan Konsentrasi Selulosa pada Konsentrasi Asam Sulfat 0,25 N

Konsentrasi (N)	T (°C)	t (menit)	C glukosa	C selulosa akhir (C selulosa awal - C glukosa)
0,25	175	0	0,0720	0,2983
		30	0,0908	0,2796
		60	0,1177	0,2526
		90	0,1329	0,2374
		120	0,1546	0,2157
	200	0	0,0831	0,2872
		30	0,0957	0,2746
		60	0,1154	0,2549
		90	0,1297	0,2406
		120	0,1675	0,2028
	225	0	0,1086	0,2617
		30	0,1204	0,2500
		60	0,1280	0,2424
		90	0,1511	0,2192
		120	0,1901	0,1802
	250	0	0,1420	0,2283
		30	0,1617	0,2087
		60	0,1663	0,2040
		90	0,1740	0,1964
		120	0,1866	0,1838

c. Hasil Perhitungan Konsentrasi Selulosa pada Konsentrasi Asam Sulfat 0,5 N

Konsentrasi (N)	T (°C)	t (menit)	C glukosa	C selulosa akhir (C selulosa awal - C glukosa)
0,5	175	0	0,0852	0,2851
		30	0,0960	0,2743
		60	0,1072	0,2632

		90	0,1195	0,2508
		120	0,1476	0,2227
	200	0	0,1148	0,2555
		30	0,1259	0,2444
		60	0,1464	0,2239
		90	0,1596	0,2107
		120	0,1775	0,1928
	225	0	0,1236	0,2467
		30	0,1417	0,2286
		60	0,1549	0,2154
		90	0,1722	0,1981
		120	0,1910	0,1794
	250	0	0,1614	0,2090
		30	0,1716	0,1987
		60	0,1857	0,1846
		90	0,1956	0,1747
		120	0,2094	0,1609

5. Menghitung Laju Reaksi

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = kC_A^n$$

Dijadikan logaritma menjadi :

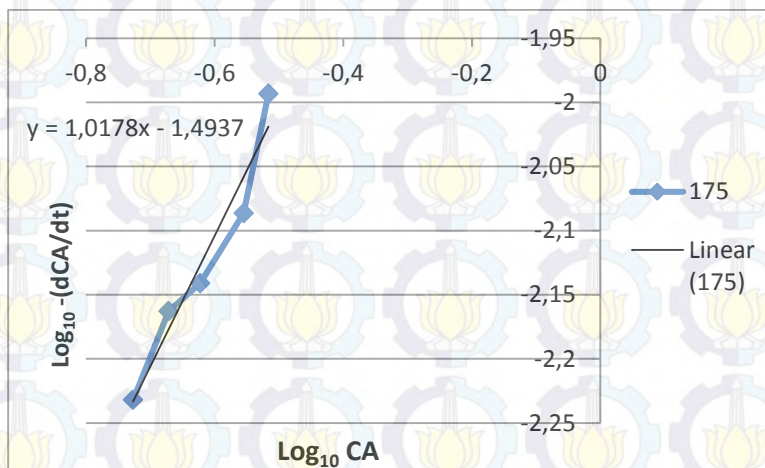
$$\log_{10}\left(-\frac{dC_A}{dt}\right) = \log_{10}k + n\log_{10}C_A$$

----- y
----- x

intercept
slope

a. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,1 N , T = 175 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.3047	-0.01016	-1.9932488	-0.5161
30	0.2787	-0.0082	-2.086341948	-0.5549
60	0.2385	-0.00723	-2.141025557	-0.6225
90	0.2131	-0.00687	-2.162778244	-0.6714
120	0.1876	-0.00586	-2.231917144	-0.7268



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,494, maka k = 0,0321

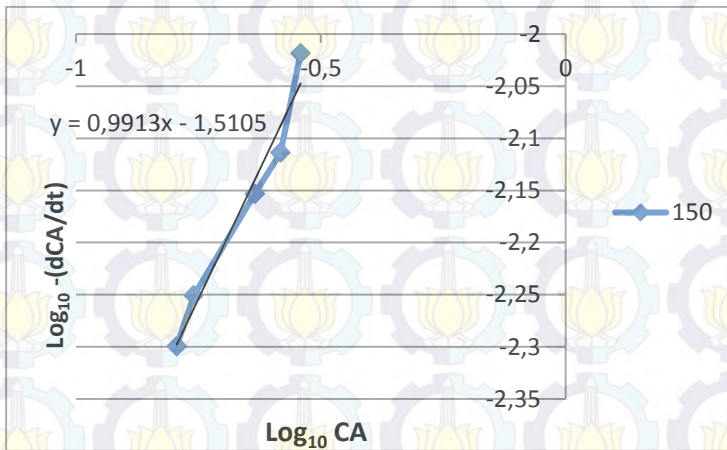
n = 1,018

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0321) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,018} \text{ mol/L}$$

b. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,1 N , T = 200 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2875	-0.00958	-2.018483406	-0.5414
30	0.2617	-0.0077	-2.113675194	-0.5822
60	0.2319	-0.00703	-2.153213191	-0.6347
90	0.1741	-0.00562	-2.250562923	-0.7592
120	0.1606	-0.00502	-2.299404437	-0.7943



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,511, maka k = 0,0309

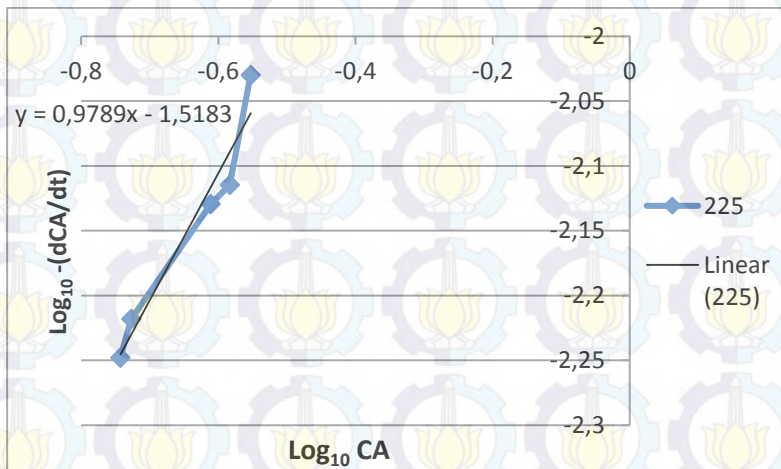
n = 0,991

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0309) \text{menit}^{-1} (C_A)^{0,991} \text{ mol/L}$$

c. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,1 N , T = 225 °C

t (menit)	C _{Setulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2801	-0.00934	-2.029808146	-0.5527
30	0.2611	-0.00768	-2.114672045	-0.5832
60	0.245	-0.00742	-2.129347856	-0.6108
90	0.1876	-0.00605	-2.21812886	-0.7268
120	0.1808	-0.00565	-2.247951552	-0.7428



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,518, maka k = 0,0303

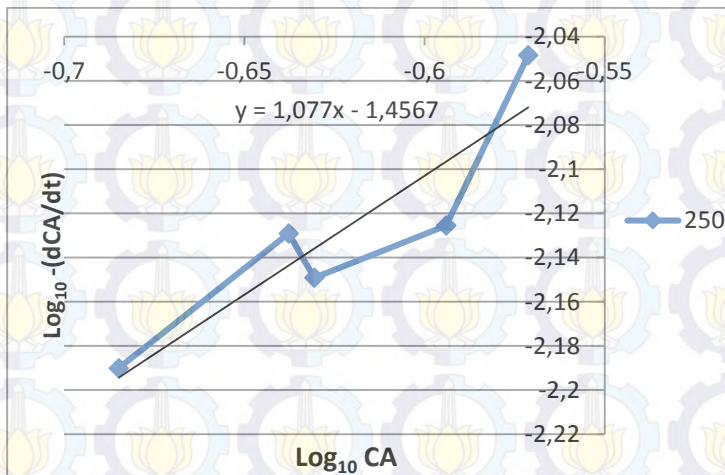
n = 0,979

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0303) \text{menit}^{-1} (C_A)^{0,979} \text{ mol/L}$$

d. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,1 N , T = 250 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2684	-0.00895	-2.048338743	-0.5712
30	0.2547	-0.00749	-2.125449972	-0.594
60	0.2341	-0.00709	-2.149112526	-0.6306
90	0.2303	-0.00743	-2.129067756	-0.6377
120	0.2066	-0.00646	-2.190019661	-0.6849



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,457, maka k = 0,0349

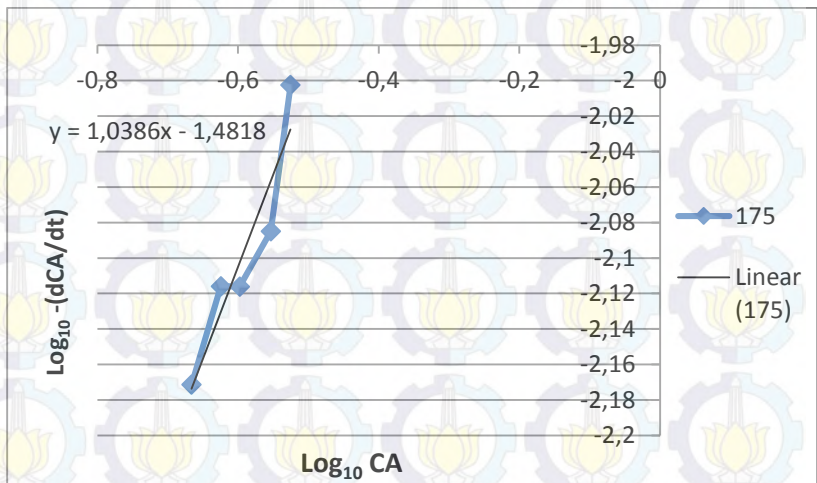
n = 1,077

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0349) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,077} \text{ mol/L}$$

e. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,25 N , T = 175 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2983	-0.009943333	-2.002468001	-0.5253
30	0.2796	-0.008223529	-2.08494175	-0.5535
60	0.2526	-0.007654545	-2.116080594	-0.5976
90	0.2374	-0.007658065	-2.115880979	-0.6245
120	0.2157	-0.006740625	-2.171299833	-0.6661



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,482, maka k = 0,0330

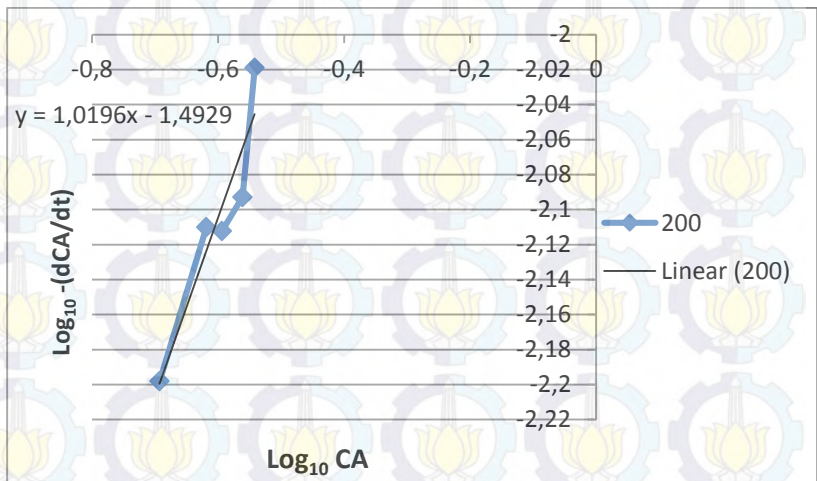
n = 1,039

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0330) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,039} \text{ mol/L}$$

f. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,25 N , T = 200 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2872	-0.009573333	-2.018936819	-0.5418
30	0.2746	-0.008076471	-2.092778384	-0.5613
60	0.2549	-0.007724242	-2.112144104	-0.5936
90	0.2406	-0.00776129	-2.110066071	-0.6187
120	0.2028	-0.0063375	-2.198082028	-0.6929



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,493, maka k = 0,0321

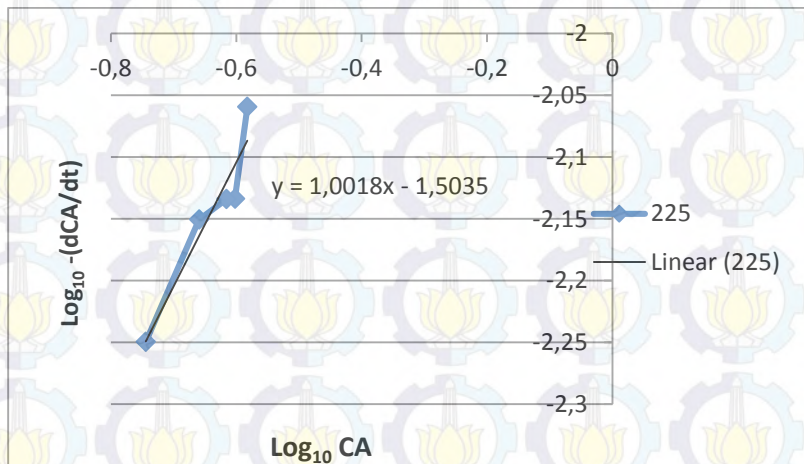
n = 1,020

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0321) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,020} \text{ mol/L}$$

g. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,25 N , T = 225 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2617	-0.008723333	-2.059317532	-0.5822
30	0.25	-0.007352941	-2.133538908	-0.6021
60	0.2424	-0.007345455	-2.133981324	-0.6155
90	0.2192	-0.007070968	-2.150521144	-0.6592
120	0.1802	-0.00563125	-2.249395192	-0.7442



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,5035, maka k = 0,0314

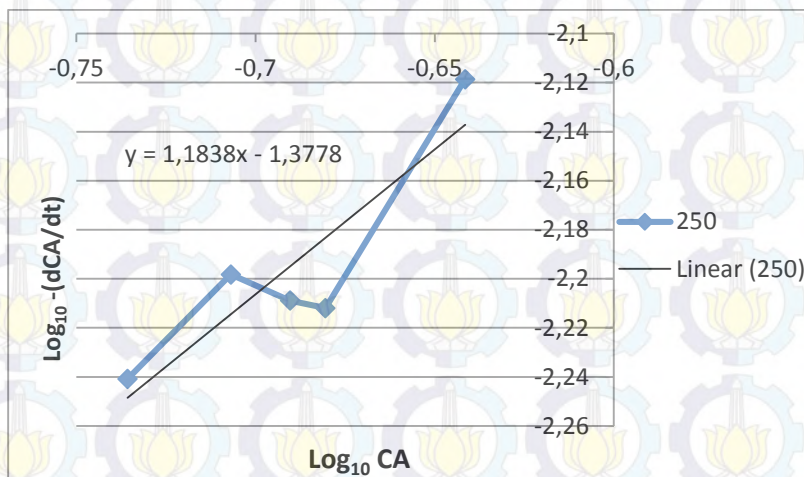
n = 1,002

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0314) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,002} \text{ mol/L}$$

h. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,25 N , T = 250 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2283	-0.00761	-2.118615343	-0.6415
30	0.2087	-0.006138235	-2.211956468	-0.6805
60	0.204	-0.006181818	-2.208883772	-0.6904
90	0.1964	-0.006335484	-2.19822021	-0.7069
120	0.1838	-0.00574375	-2.240804471	-0.7357



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,378, maka k = 0,0420

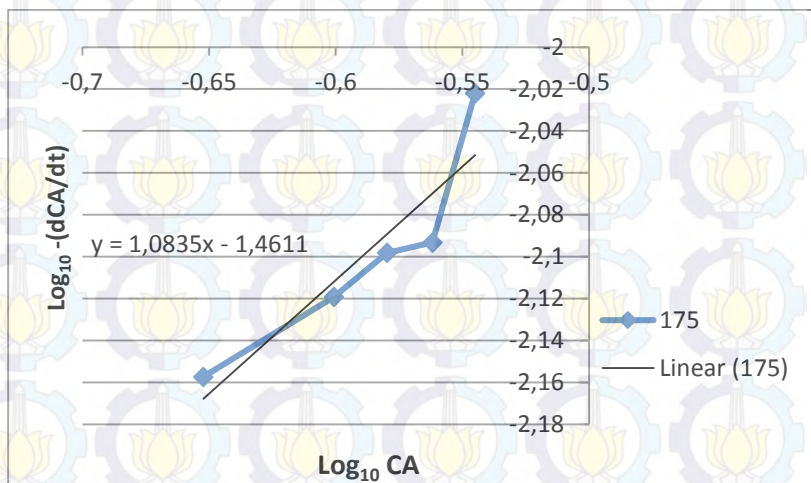
n = 1,446

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0420) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,446} \text{ mol/L}$$

i. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,5 N , T = 175 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2851	-0.009503333	-2.022124037	-0.545
30	0.2743	-0.008067647	-2.093253109	-0.5618
60	0.2632	-0.007975758	-2.098228055	-0.5797
90	0.2508	-0.0076	-2.119186408	-0.6007
120	0.2227	-0.006959375	-2.157429761	-0.6523



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,4611, maka k = 0,0346

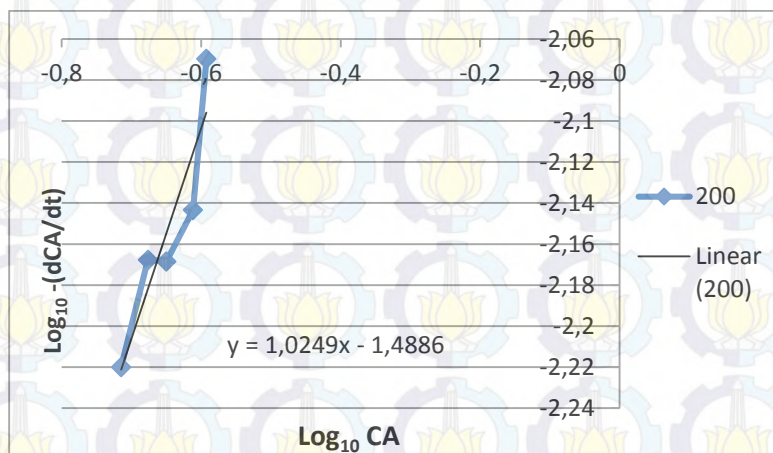
n = 1,084

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0346) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,084} \text{ mol/L}$$

j. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,5 N , T = 200 °C

t (menit)	C Selulosa (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2555	-0.008516667	-2.06973035	-0.5926
30	0.2444	-0.007188235	-2.143377715	-0.6119
60	0.2239	-0.006784848	-2.168459846	-0.6499
90	0.2107	-0.006796774	-2.167697158	-0.6763
120	0.1928	-0.006025	-2.220042949	-0.7149



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,4886, maka k = 0,0325

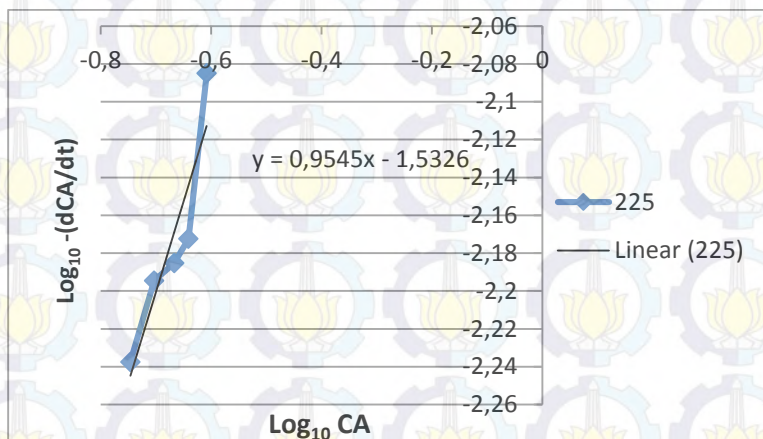
n = 1,025

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0325) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,025} \text{ mol/L}$$

k. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,5 N , T = 225 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.2467	-0.008223333	-2.084952105	-0.6078
30	0.2286	-0.006723529	-2.172402691	-0.6409
60	0.2154	-0.006527273	-2.185268241	-0.6668
90	0.1981	-0.006390323	-2.194477218	-0.7031
120	0.1794	-0.005787097	-2.237539255	-0.7462



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,5326, maka k = 0,0293

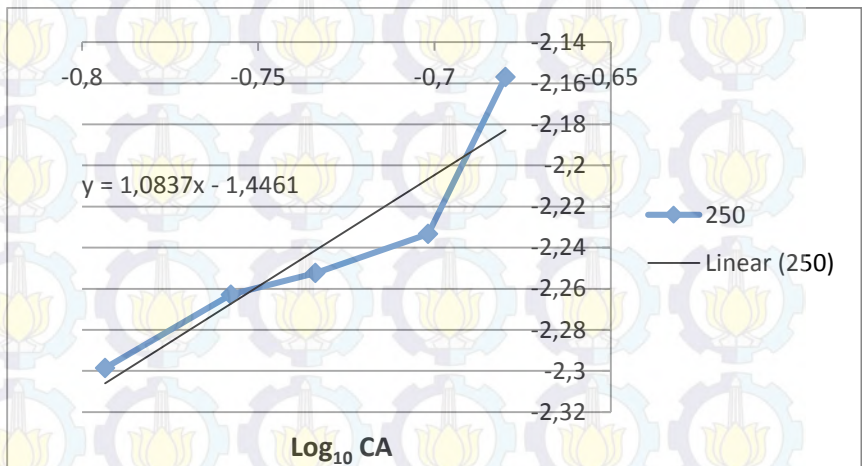
n = 0,955

Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0293) \text{menit}^{-1} (C_A)^{0,955} \text{ mol/L}$$

1. Pada Variabel Konsentrasi Asam Sulfat = 0,5 N , T = 250 °C

t (menit)	C _{Selulosa} (gr/L)	d C _A /dt	Log ₁₀ -(dC _A /dt)	Log ₁₀ C _A
0	0.209	-0.006966667	-2.156974969	-0.6799
30	0.1987	-0.005844118	-2.23328105	-0.7018
60	0.1846	-0.005593939	-2.252282243	-0.7338
90	0.1747	-0.005459375	-2.262857073	-0.7577
120	0.1609	-0.005028125	-2.298593934	-0.7934



Dari grafik di atas di dapatkan :

Log₁₀ k = -1,4461, maka k = 0,0358

n = 1,084

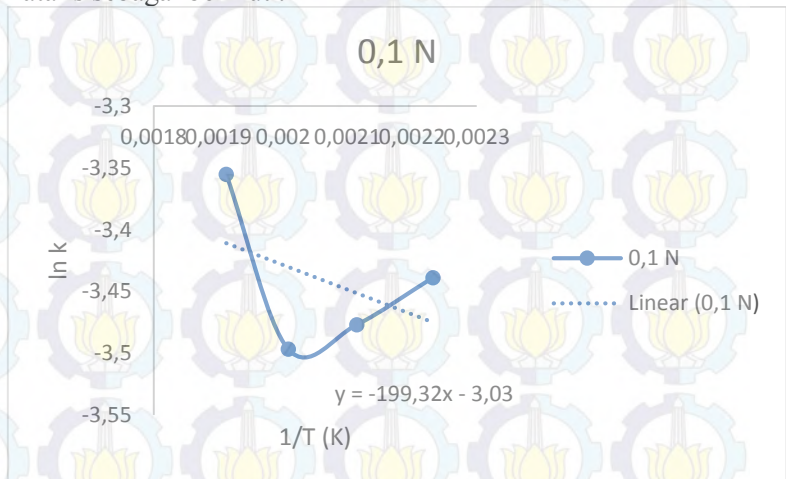
Sehingga persamaan laju reaksinya adalah :

$$-r_A = (0,0358) \text{menit}^{-1} (C_A)^{1,084} \text{ mol/L}$$

6. Menghitung Energi Aktivasi

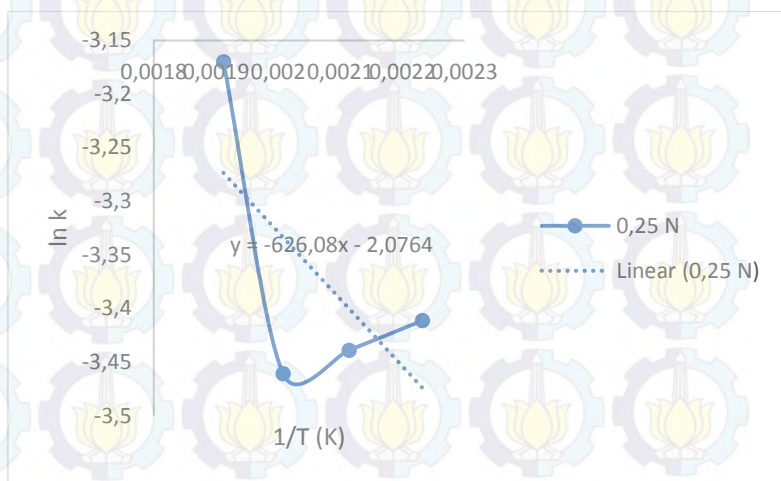
Konsentrasi H ₂ SO ₄	T (°C)	k	ln k	T (K)	1/T
0,1 N	175	0,0321	-3,439	448	0,00223
	200	0,0309	-3,477	473	0,00211
	225	0,0303	-3,497	498	0,00201
	250	0,0349	-3,355	523	0,00191
0,25 N	175	0,0330	-3,411	448	0,00223
	200	0,0321	-3,439	473	0,00211
	225	0,0314	-3,461	498	0,00201
	250	0,0420	-3,170	523	0,00191
0,5 N	175	0,0346	-3,364	448	0,00223
	200	0,0325	-3,427	473	0,00211
	225	0,0293	-3,530	498	0,00201
	250	0,0358	-3,330	523	0,00191

Selanjutnya dibuat kurva 1/T vs ln k pada tiap konsentrasi katalis sebagai berikut :



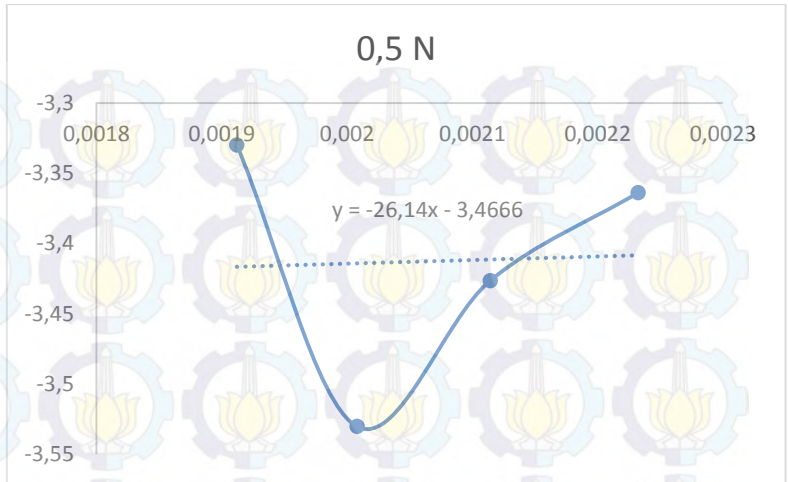
Sehingga didapatkan intercept :
 $\ln k_0 = -3,03$, maka $k_0 = 0,048$

dan slope sebesar :
 $(-E/R) = -199,32$
 $R = 8,314 \text{ J/mol K}$
 $E = 1657,146 \text{ J/mol}$



Sehingga didapatkan intercept :
 $\ln k_0 = -2,0625$, maka $k_0 = 0,127$

dan slope sebesar :
 $(-E/R) = -626,08$
 $R = 8,314 \text{ J/mol K}$
 $E = 5205,229 \text{ J/mol}$



Sehingga didapatkan intercept :

$\ln k_0 = -3,4666$, maka $k_0 = 0,121$

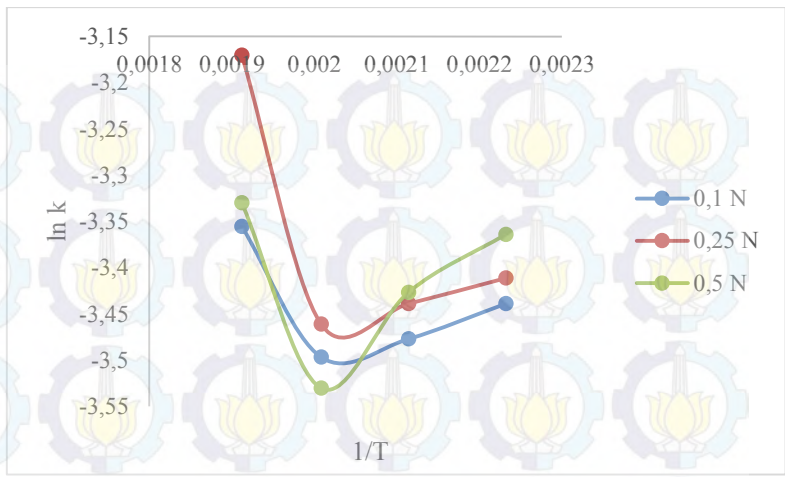
dan slope sebesar :

$(-E/R) = -26,14$

$R = 8,314 \text{ J/mol K}$

$E = 217,328 \text{ J/mol}$

Apabila ketiga kurva digabung menjadi satu maka akan menjadi :



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Toronto, Canada pada 26 Mei 1991, merupakan anak terakhir dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Muhammadiyah 6 Surabaya, SMPN 12 Surabaya, SMA Trimurti Surabaya dan D3 Teknik Kimia FTI-ITS. Setelah lulus dari D3 Teknik kimia FTI-ITS tahun 2012, Penulis melanjutkan pendidikannya melalui program Lintas Jalur jurusan Teknik kimia ITS tahun 2012. Selama kuliah, penulis aktif di

Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia dengan bergabung dalam bidang Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) sebagai staff periode kepengurusan 2010/2011 dan 2011/2012, serta menjadi bagian dari FORKOM VIII Tim Pemandu LKMM HIMA D3KKIM FTI-ITS.

Contact Person:

email : ardyagarini.pradita@gmail.com

Twitter : @chominchom



Zainiyah Salam, penulis dilahirkan di Bangkalan pada tanggal 9 Maret 1992 yang merupakan anak ke dua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu lulus dari TK Al-Athfal Desa Teja Timur, Pamekasan pada tahun 1997, lulus dari SDN Teja Timur, Pamekasan pada tahun 2003, lulus dari SMPN 8 Pamekasan pada tahun 2006 dan lulus dari SMAN 2 Pamekasan pada tahun 2009. Setelah lulus SMA penulis lulus di Program

Studi Diploma III Teknik Kimia FTI – ITS pada tahun 2012, kemudian melanjutkan studinya ke jenjang S1 Teknik Kimia FTI-ITS dengan nomer registrasi 2312106019. Selama studi S1 penulis melakukan perancangan pabrik dan penelitian skripsi di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. PEMBANGKITAN JAWA-BALI UP Gresik.

Contact person : zainiyah.salam@gmail.com