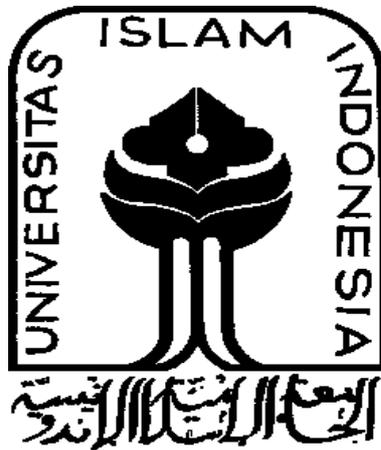


**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI KINETIKA KIMIA HIDROLISA KADAR GLUKOSA  
TOTAL PADA BATANG PISANG MENGGUNAKAN  
ASAM NITRAT DENGAN PERBANDINGAN VARIASI  
WAKTU DAN SUHU**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analis Kimia Program  
DIII Analisis Kimia**



**Disusun oleh:**

**Irmarezki Yani  
NIM:19231008**

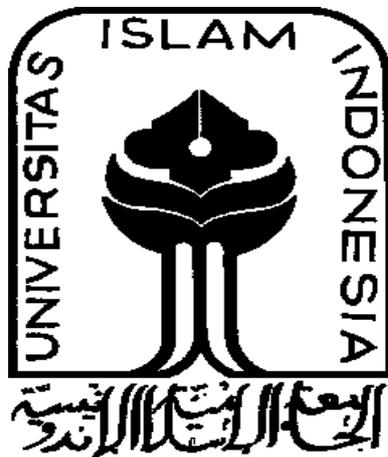
**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2022**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI KINETIKA KIMIA HIDROLISA KADAR GLUKOSA TOTAL  
PADA BATANG PISANG MENGGUNAKAN ASAM NITRAT  
DENGAN PERBANDINGAN VARIASI WAKTU DAN SUHU**

*KINETICS TEST OF HIDROLYSIS BANANA STEM TOTAL GLUCOSE  
USING NITRIC ACID WITH A COMPARISON OF VARIATIONS TIME  
AND TEMPERATURE*

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Derajat  
Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analis Kimia di Program D III Analisis Kimia**



**Disusun oleh:**

**Irmarezki Yani  
NIM:19231008**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2022**

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI KINETIKA KIMIA HIDROLISA KADAR GLUKOSA TOTAL  
PADA BATANG PISANG MENGGUNAKAN ASAM NITRAT  
DENGAN PERBANDINGAN VARIASI WAKTU DAN SUHU**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Irmarezki Yani**

**NIM: 19231008**

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir  
Program Studi D III Analisis Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia  
pada tanggal 22 Februari 2022

**Menyetujui,**

**Ketua Program Studi**



**Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.  
NIK. 132311102**

**Pembimbing**



**Muhaimin, S.Si., M.Sc.  
NIK. 156141305**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**UJI KINETIKA KIMIA HIDROLISA KADAR GLUKOSA TOTAL PADA  
BATANG PISANG MENGGUNAKAN ASAM NITRAT DENGAN  
PERBANDINGAN VARIASI WAKTU DAN SUHU**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Irmarezki Yani**  
**NIM: 19231008**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 23 Maret 2022

Susunan Tim Penguji

**Pembimbing/Penguji**



**Muhaimin, S.Si.,M.Sc.**  
**NIK. 156141305**

**Penguji I**



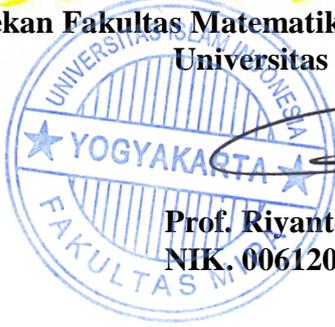
**Bayu Wiyantoko, S.Si.,M.Sc.**  
**NIK. 132311101**

**Penguji II**



**Kuntari, S.Si.,M.Sc.**  
**NIK. 162310401**

**Menyetujui,**  
**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Islam Indonesia**



**Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.**  
**NIK. 006120101**

## PERNYATAAN

*Bismillahirrahmanirrahim.*

Saya dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul Uji Kinetika Kimia Hidrolisa Kadar Gula Total pada Batang Pisang Menggunakan Asam Nitrat dengan Perbandingan Variasi Waktu dan Suhu adalah naskah asli yang disusun oleh saya dan tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 22 Januari 2022

A 10,000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '10000', 'METERAL', 'TEAPEL', and 'E6CE4AJX797752733'. The signature is in black ink and appears to be 'Irmarezki Yani'.

Irmarezki Yani

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, atas karunia nikmat iman, islam, sehat, kemudahan, kebahagiaan dan segala nikmat yang telah Allah *Ta’ala* berikan, akhirnya laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan dengan segala keridhoan-Mu ya Rabb.

Tugas akhir ini adalah sebuah karya yang menurut-Ku sangat berharga yang didalam prosesnya mengajarkan-Ku kedewasaan dalam berpikir, bertindak dan bersikap. Karya ini kupersembahkan kepada orang-orang yang sangat membantu memberikan motivasi, dukungan dan dorongan untuk Penulis agar selalu semangat dalam menggapai mimpi dan cita-cita.

- ❖ Kedua orang tuaku tercinta, Ayah Hi. Safrudin dan Ibu Hj. Rosmini yang selalu memberikan dukungan, semangat, kasih sayang dan doa yang dengan tulus tiada hentinya dan ikhlas untuk melihat anak-anaknya bahagia penuh sayang.
- ❖ Kakak-Ku terkasih dan tersayang, (Isal dan Endi) yang selalu memberikan *support* dan mengingatkan kepada kebaikan untuk berubah menjadi lebih baik.
- ❖ Keluarga besar Ayah (Fa Denra dan keluarganya) di Jogja yang dengan ikhlas dan baik hati merawat dan mendukung Irma dalam menuntut ilmu dan mencapai cita-cita. Alhamdulillah salah satu jalan dipertemukan dalam kebaikan oleh Allah untuk mencapai Riddho-Nya, semoga Allah membalas kebaikan keluarga ini, Aamiin.
- ❖ Keluarga besar mahasiswa D3 Analisis Kimia Angkatan 2019 yang selalu memberikan kehangatan dan canda-tawa selama proses perkuliahan baik daring maupun luring.
- ❖ Keluarga Larukkae, yang selalu memberikan semangat, canda-tawa, dan selalu menghibur, sampai ketemu kembali.
- ❖ Teman-teman yang sudah saya anggap seperti saudara (Grup Griya Tawang, Grup LG (Lodadi Girls), Grup Keluarga Penelitian Analis kimia (KPA) terimakasih ya, canda-tawa kalian memberiku semangat setiap hari.
- ❖ Sahabat-sahabatku (Astri, Devi dan Ning) yang selalu memberikan supportnya dari SMA sampai sekarang dan selamanya.
- ❖ Terakhir, untuk seseorang yang mendoakanku semoga Allah senantiasa menjagamu dan memberikan hidayah-Nya selalu untukmu, sampai ketemu dititik terbaik menurut takdir...

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim.*

*Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir (TA) dengan judul “Uji Kinetika Kimia Hidrolisa Kadar Glukosa pada Batang Pisang Menggunakan Asam Nitrat dengan Perbandingan Variasi Waktu dan Suhu”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang setia pada ajaran islam hingga akhir zaman.

Laporan tugas akhir (TA) ini merupakan salah satu syarat agar dapat memperoleh gelar derajat ahli madya sains (A.Md.Si) DIII Analisis Kimia, Universitas Islam Indonesia. Laporan ini berisi tentang pengaruh hasil hidrolisis glukosa terhadap variasi waktu dan suhu pada sampel batang pisang yang penulis kerjakan di Laboratorium Kimia Terapan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada berbagai pihak yang sangat membantu, memberikan semangat dan motivasi, saran, kritik serta ide-ide yang mendukung penulis dalam melaksanakan penelitian tugas akhir dan penyusunan tugas akhir dengan baik. Oleh karena itu, secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D Selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Terimakasih Pak atas ilmu dan semangatnya selama perkuliahan.
2. Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si Selaku Ketua Program Studi DIII Analisis Kimia, FMIPA, Universitas Islam Indonesia yang selalu memberikan pengarahan selama studi dan semangat dari beliau, terimakasih Ibu atas bantuan dan ilmunya selama perkuliahan.
3. Thorikul Huda, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan selama studi.
4. Muhaimin, S.Si.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Penelitian Tugas Akhir

yang memiliki andil besar dalam penelitian ini, Terimakasih Pak selalu memberikan semangat, motivasi, bimbingan dan pengarahan selama penelitian hingga penulisan laporan tugas akhir.

5. Mas Yorfan dan Mba Lia selaku laboran Laboratorium Kimia Terapan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan semangat dan masukan selama melakukan penelitian di laboratorium kimia terapan.
6. Bapak, Ibu, Dosen dan Staff Program Studi D III Analisis Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Yang memberikan semangat, motivasi dan ilmu bagi kami mahasiswa hingga sampai ke tahap ini.
7. Asisten praktikum, yang selalu memberikan semangat, motivasi, ilmu dan pengalamannya agar kita menjadi lebih baik, terimakasih banyak.

Semoga ilmu dan amal kebaikan yang telah diberikan menjadi bermanfaat dan mendapat balasan dari Allah SWT aamiin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan, bahasa ataupun penulisannya. Oleh karena itu, Penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak, guna menjadi perbaikan dalam bekal pengalaman bagi Penulis untuk lebih baik di kemudian hari. Semoga laporan tugas akhir ini membawa manfaat bagi kita semua, aamiin.

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 22 Januari 2022

Penulis.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>INTISARI</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>2</b>
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Batang Pisang.....	4
2.2. Glukosa.....	5
2.3. Hidrolisis Selulosa.....	5
2.4. Asam Nitrat.....	8
2.5. Metode Fenol-Asam Sulfat.....	9
2.6. Spektrofotometri UV-Visible.....	11
2.7. Spektrometri <i>Infra Red</i> .....	12
2.8. Kinetika Kimia.....	13
<b>BAB III METODELOGI</b> .....	<b>18</b>
3.1. Alat.....	18
3.2. Bahan.....	18
3.3. Cara Kerja.....	18
3.3.1 Preparasi sampel batang pisang.....	18
3.3.2 Proses hidrolisis batang pisang.....	18
3.3.3 Pembuatan larutan induk glukosa.....	19
3.3.4 Pembuatan larutan blanko.....	19
3.3.5 Penentuan kurva kalibrasi standar glukosa.....	19
3.3.6 Penentuan karakterisasi glukosa dengan FTIR.....	20
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>21</b>
4.1 Hidrolisis Glukosa dalam Selulosa pada Batang Pisang.....	21
4.2 Karakterisasi FTIR Glukosa pada Batang Pisang.....	22

4.3 Persamaan Kurva Kalibrasi Standar Glukosa .....	23
4.4 Uji Kadar Glukosa dengan Metode Fenol-Asam Sulfat .....	26
4.5 Pengaruh Suhu dan Waktu .....	27
4.6 Kinetika Reaksi Hidrolisis Glukosa pada Batang Pisang .....	30
4.6.1 Orde reaksi batang pisang .....	31
4.6.2 Konstanta laju reaksi.....	33
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Molekul Glukosa .....	4
Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Selulosa dengan Asam .....	7
Gambar 2.3 Spektrofotometer <i>Single Beam</i> .....	10
Gambar 2.4 Skema <i>Infra Red</i> .....	11
Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Standar Glukosa.....	22
Gambar 4.2 Mekanisme Reaksi Metode Fenol-Asam Sulfat.....	23
Gambar 4.3 Hasil Karakterisasi Batang Pisang dengan FTIR .....	25
Gambar 4.4 Pengaruh Suhu terhadap Hasil Hidrolisis .....	27
Gambar 4.5 Pengaruh Waktu terhadap Hasil Hidrolisis.....	28
Gambar 4.6 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 30°C .....	30
Gambar 4.7 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 50°C .....	31
Gambar 4.8 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 75°C .....	31
Gambar 4.9 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 100°C .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Absorbansi Larutan Standar .....	22
Tabel 4.2 Hasil Kadar Glukosa Batang Pisang .....	24
Tabel 4.3 Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Glukosa .....	26
Tabel 4.4 Data Konstanta Laju Reaksi Suhu 30°C.....	33
Tabel 4.5 Data Konstanta Laju Reaksi Suhu 50°C.....	33
Tabel 4.6 Data Konstanta Laju Reaksi Suhu 75°C.....	33
Tabel 4.7 Data Konstanta Laju Reaksi Suhu 100°C.....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Dokumentasi Penelitian .....	40
Lampiran 2. Pembuatan Larutan .....	44
Lampiran 3. Data Penentuan Absorbansi Hidrolisis Batang Pisang .....	44
Lampiran 4. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Glukosa .....	45
Lampiran 5. Data Hasil Hidrolisis Batang Pisang pada Suhu 30 °C .....	45
Lampiran 6. Data Hasil Hidrolisis Batang Pisang pada Suhu 50 °C .....	45
Lampiran 7. Data Hasil Hidrolisis Batang Pisang pada Suhu 75 °C .....	45
Lampiran 8. Data Hasil Hidrolisis Batang Pisang pada Suhu 100 °C .....	46
Lampiran 9. Data Pengaruh Suhu dan Waktu .....	46
Lampiran 10. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 30°C .....	46
Lampiran 11. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 50°C .....	46
Lampiran 12. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 75°C .....	47
Lampiran 13. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 100°C .....	47
Lampiran 14. Spektra <i>Infra Red</i> Glukosa Standar dan Sampel .....	48
Lampiran 15. Tabel Pita Serapan <i>Infra Red</i> Larutan Standar Glukosa .....	48
Lampiran 16. Tabel Pita Serapan <i>Infra Red</i> Sampel Batang Pisang .....	48
Lampiran 17. Tabel Korelasi Pita Serapan <i>Infra Red</i> .....	49

# UJI KINETIKA KIMIA HIDROLISA KADAR GLUKOSA TOTAL PADA BATANG PISANG MENGGUNAKAN ASAM NITRAT DENGAN PERBANDINGAN VARIASI WAKTU DAN SUHU

Irmarezki Yani

Program Studi DIII Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia  
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta  
Email: [19231008@students.uii.ac.id](mailto:19231008@students.uii.ac.id)

## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang uji kinetika hidrolisa kadar glukosa pada batang pisang menggunakan asam nitrat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar glukosa yang dihasilkan dan pengaruh kinetika laju reaksi kimia batang pisang terhadap variasi waktu dan suhu. Variasi suhu yang digunakan yaitu 30, 50, 75 dan 100°C dan waktu pengambilan hidrolisat adalah 40; 60; 80 dan 100 menit. Metode yang digunakan dalam penentuan konsentrasi glukosa total pada batang pisang dilakukan dengan metode fenol-asam sulfat yaitu pereaksi asam sulfat yang mereduksi polisakarida dari sampel kemudian senyawa furfural yang dihasilkan bereaksi dengan larutan fenol. Senyawa kompleks yang terbentuk dianalisis dengan spektrofotometri *uv-visible* yang memiliki kelebihan selektivitas dan sensitifitas yang baik dan mudah digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu yang digunakan dalam keadaan konstan maka kadar glukosa yang diperoleh juga semakin meningkat dan semakin bertambah waktu hidrolisis maka proses pemecahan molekul-molekul selulosa akan lebih mudah terputus menjadi monomer glukosa. Akan tetapi pada penelitian ini hidrolisis batang pisang pada suhu 75°C dan waktu pengambilan hidrolisat mengalami kecenderungan tidak konstan dipengaruhi oleh variabel bebas yang tidak terkontrol. Laju kinetika suatu reaksi juga dapat dipengaruhi oleh waktu dan suhu sehingga pada penelitian ini hubungan antara suhu dan waktu berkaitan erat dengan laju kinetika konstanta pada hidrolisis batang pisang. Hidrolisis batang pisang pada suhu 30;50;75 dan 100°C dimenit ke-100 diperoleh kadar glukosa berturut-turut sebesar 14,08%, 21,80%, 16,66% dan 20,51% dan kinetika orde reaksi pada hidrolisis batang pisang suhu 100°C mengikuti persamaan orde 1 dimana nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,998. Kemudian konstanta laju reaksi berturut-turut adalah  $1,7 \cdot 10^{-1}$ ;  $4,93 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,92 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,88 \cdot 10^{-2}$  menit<sup>-1</sup>.

Kata kunci : kinetika, batang pisang, variasi suhu, waktu, kadar glukosa, furfural.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa paradisiaca l*) merupakan tanaman buah utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia yang berasal dari Asia Tenggara. Tanaman pisang memiliki banyak sekali manfaat baik dari buah, daun, batang, bonggol dan kulit pisang (Adinata, 2013). Akan tetapi, bagian batang pisang atau dikenal dengan pelepah pisang masih kurang dimanfaatkan. Menurut Nopriantina (2013), batang pisang umumnya memiliki jaringan seluler dengan pori-pori yang berikatan sehingga pada proses pengeringan teksturnya akan menjadi lebih padat dan keras. Lapisan ini bertumpuk dan berdiameter sampai dengan 30 cm dibagian bawah dan mengecil bagian atas 15-20 cm.

Pelepah atau batang pisang memiliki komposisi yang terdiri dari 76% pati dan 20% air dan sisanya adalah protein dan vitamin (Yuanita dkk, 2008). Kandungan pati yang cukup tinggi memungkinkan batang pisang sebagai alternatif hidrolisis glukosa sumber bahan baku pembuatan etanol. Selama ini masyarakat banyak mengenal bahwa proses mendapatkan etanol hanya berasal dari bahan baku tebu, singkong, ubi jalar dan tumbuhan yang mengandung pati yang tinggi. Padahal alternatif lain yang dapat menghasilkan etanol yaitu dari proses hidrolisis tanaman yang mengandung selulosa atau serat selulosa sehingga menghasilkan gula total atau glukosa, salah satunya adalah pelepah pisang atau batang pisang. Menurut Mosier dkk, (2005) bahwa bioetanol merupakan salah satu bahan bakar yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis. Proses mendapatkan etanol diperoleh melalui hidrolisis atau suatu proses penguraian senyawa polimer karbohidrat selulosa menjadi glukosa yang lebih sederhana.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses hidrolisis adalah suhu, waktu, konsentrasi asam dan proses pengadukan selama hidrolisis berlangsung. Menurut Dinarsari dkk, (2013) semakin tinggi suhu hidrolisis selulosa maka kadar glukosa yang terbentuk semakin banyak dan semakin tinggi kadar glukosa yang terbentuk maka nilai konstanta reaksi hidrolisis batang pisang semakin besar sehingga reaksi

pembentukan glukosa menjadi lebih cepat dan produk yang terbentuk lebih besar. Proses hidrolisis dengan menggunakan asam dapat berjalan dengan baik apabila menggunakan data kinetika yang tepat untuk mengendalikan produk yang dihasilkan, sehingga diperlukan penelitian tentang kinetika reaksi hidrolisis selulosa dari tumbuhan batang pisang menjadi glukosa. Retno (2010) telah mempelajari mekanisme reaksi yang terjadi dalam suatu hidrolisis yaitu tergantung pada kecepatan terjadinya reaksi kimia dimana orde reaksi yang diperoleh menghasilkan hubungan antara konsentrasi zat dan laju reaksi.

Sebelumnya analisis glukosa telah dilakukan oleh Wiyantoko dkk, (2021) menggunakan metode fenol-asam sulfat dengan variabel waktu dan penambahan katalis homogen (asam sulfat, asam nitrat) dan bentonit. Hasil yang diperoleh menunjukkan pemilihan jenis katalis sangat penting dan keterlibatan kedua katalis memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar gula yang dihasilkan. Katalis bentonit memperoleh kadar gula sebesar 6,459 g/L kemudian katalis asam, kadar gula yang diperoleh sebesar 6,387 g/L. Kemudian metode fenol-asam sulfat telah dilakukan oleh Rahmawati dkk, (2020) mengenai analisis glukosa menggunakan katalis HCl diperoleh kadar glukosa 3,54% dengan konsentrasi HCl sebesar 1,5 M. Selain itu, metode fenol-asam sulfat juga telah dilakukan oleh Irmayanti (2018), diperoleh kadar glukosa sebesar 85,27%. Semakin tinggi suhu yang digunakan selama proses hidrolisis maka semakin besar kadar glukosa yang dihasilkan dan semakin lama waktu hidrolisis maka konversi selulosa menjadi glukosa semakin bertambah. Waktu dan suhu juga berpengaruh terhadap data kinetika dan orde reaksi yang diperoleh.

Berdasarkan uraian tersebut dilakukan pembaharuan penelitian ini, dengan judul “Uji Kinetika Kimia Hidrolisa Kadar Glukosa pada Batang Pisang Menggunakan Asam Nitrat dengan Perbandingan Variasi Waktu dan Suhu”. Asam nitrat dipilih dalam proses hidrolisis untuk bahan modifikasi pada sampel batang pisang yang sebelumnya kebanyakan menggunakan asam sulfat. Proses hidrolisis dilakukan dengan cara serbuk batang pisang dengan air (1:20) dan menggunakan katalisator asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) sampai pH larutan menjadi 3. Selama proses hidrolisis, dibuat variasi waktu dan suhu pada pengambilan sampel hidrolisat.

Hidrolisat yang diperoleh dianalisis konsentrasi glukosa menggunakan metode fenol-asam sulfat dan dilakukan identifikasi karakterisasi dengan FTIR yaitu spektra senyawa gugus glukosa pada sampel batang pisang dibandingkan dengan larutan standar glukosa murni. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan serat batang pisang menjadi glukosa dengan mengetahui kinetika reaksi hidrolisis batang pisang, konsentrasi glukosa yang diperoleh serta pengaruh asam yang digunakan pada variasi waktu dan suhu yang telah ditentukan selama proses hidrolisis.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Berapa konsentrasi glukosa hasil hidrolisis pada batang pisang menggunakan asam nitrat pH 3?
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap hasil hidrolisis glukosa batang pisang?
3. Berapa orde dan konstanta laju reaksi glukosa dari proses hidrolisis batang pisang?

### **1.3 Tujuan**

1. Mengetahui kadar glukosa pada hidrolisis batang pisang menggunakan asam nitrat dengan pH larutan yang dibuat pH 3.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu dan suhu selama proses hidrolisis glukosa batang pisang.
3. Mengetahui nilai orde dan konstanta laju reaksi hidrolisis glukosa pada batang pisang.

### **1.4 Manfaat**

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan dibidang kinetika kimia dan sebagai dasar untuk mengembangkan serat batang pisang menjadi glukosa menggunakan metode fenol-sulfat.
2. Sebagai bahan informasi bagi masyarakat tentang pemanfaatan batang pohon pisang yang dapat menghasilkan glukosa yang merupakan bahan dasar pembuatan etanol.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Batang Pisang**

Pisang (*Musa paradisiaca l*) adalah salah satu tanaman atau tumbuhan yang memiliki ukuran relatif besar atau raksasa yang berdaun dengan suku *Musaceae*. Tanaman ini dapat dibudidayakan dengan baik pada iklim tropis maupun sup tropis. Menurut Kaleka (2013) Tanaman pisang termasuk kelompok tanaman yang tidak bercabang dan termasuk golongan monokotil. Batangnya yang membentuk pohon merupakan batang semu yang terdiri dari pelepah-pelepah daun yang tersusun secara teratur.

Secara taksonomi tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut:

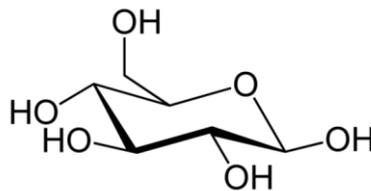
Kerajaan : *Plantae*  
Sub kerajaan : *Tracheobionta*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub Divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Monocotyledonae*  
Ordo : *Zingiberales*  
Famili : *Musaceae*  
Genus : *Musa*  
Spesies : *Musa paradisiaca l*

(sumber : Kaleka, 2013)

Batang pisang merupakan salah satu komponen penting pada pohon pisang. Batang pisang atau yang sering disebut gedebog sebenarnya bukan batang melainkan batang semu yang terdiri dari pelepah yang berlapis menjulang menguat dari bawah keatas sehingga dapat menopang daun dan buah pisang. Serat pelepah pisang termasuk dalam jenis *vascular fibers*, serat ini merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik (Nopriantina dan Astuti, 2013). Menurut *Building Material and Technology Promotion Council* Serat pelepah pisang memiliki komposisi kimia yaitu selulosa 60-65%, hemiselulosa 6-8%, lignin 5-10%, dan kadar air 10-15%.

## 2.2 Glukosa

Glukosa merupakan jenis monosakarida sederhana yang mempunyai rumus molekul  $C_6H_{12}O_6$ . Kata “glukosa” berasal dari bahasa Yunani yaitu *glukus* memiliki arti manis. Nama lain dari glukosa adalah dekstroza, D-glukosa, atau gula buah. Glukosa juga merupakan suatu aldohexosa yang mempunyai sifat dapat memutar cahaya terpolarisasi ke arah bawah. Struktur molekul glukosa dapat dilihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1 Struktur Molekul Glukosa**

(<https://images.app.goo.gl/d2r6H36VLcFbWBHD8>)

Glukosa adalah monomer dari monosakarida yang banyak terdapat dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, hewan, madu, darah dan lain-lain. Glukosa berfungsi sangat penting bagi tubuh karena merupakan salah satu karbohidrat yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi manusia, tumbuhan dan hewan. Glukosa juga diperoleh melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida dengan menggunakan asam atau enzim. Glukosa banyak digunakan sebagai bahan baku di industri kimia, farmasi, dan agroindustri lain. Proses hidrogenasi glukosa dapat menghasilkan sorbitol yang banyak digunakan dalam industri pangan dan formulasi bahan dasar kosmetik. Menurut Risnoyatiningsih (2011) bahwa glukosa juga dapat dikomersialkan dalam bentuk cair yaitu sebagai sirup glukosa yang biasanya digunakan sebagai pemanis buatan pada industri pangan.

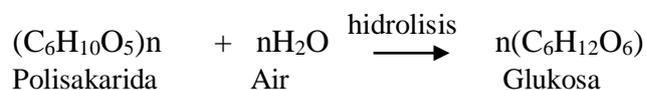
## 2.3 Hidrolisis selulosa

Hidrolisis adalah reaksi kimia yang melibatkan pengionan molekul air atau reaksi antara air dengan suatu zat atau senyawa yang dapat menghasilkan satu zat baru atau lebih atau suatu reaksi pengikatan gugus hidroksil (-OH) oleh suatu senyawa air. Suatu proses antara reaktan dengan air sehingga terjadi penguraian senyawa polisakarida menjadi polimer yang sederhana. Selulosa adalah senyawa organik dengan rumus kimia  $(C_6H_{10}O_5)_n$  atau sebuah polisakarida yang terdiri dari

rantai linear dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu ikatan  $\beta$ -unit glukosa. Selulosa memiliki fungsi sebagai bahan struktur pada jaringan tumbuhan dalam bentuk campuran polimer homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan juga lignin dalam jumlah yang beragam. Selulosa memiliki struktur molekul yang panjang dan kaku, meskipun didalam larutan. Menurut Sari (2009), mengatakan bahwa gugus hidroksil selulosa yang menonjol dari rantai dapat membentuk ikatan hidrogen dengan mudah sehingga mengakibatkan kekristalan pada batas tertentu. Derajat kekristalan yang tinggi dapat menyebabkan kekentalan yang meningkat sehingga daya regang serat selulosa menjadi lebih besar.

Selulosa adalah sebuah polisakarida yang terdapat dalam jumlah yang banyak di bumi dan dapat diubah menjadi glukosa dengan proses hidrolisis asam. Graf dan Koehler (2000), mengungkapkan bahwa limbah yang mengandung selulosa dapat digunakan sebagai sumber gula yang murah dan mudah didapat untuk menggantikan bahan pati dalam proses fermentasi yang menghasilkan gula. Proses reaksi hidrolisis polisakarida dengan air yaitu air akan menyerang selulosa pada ikatan 1,4  $\alpha$ glukosida menghasilkan dextrin, sirup atau glukosa hal ini tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida dalam selulosa. Penyusun utamanya yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan melalui ikatan 1,4 glukosida, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun atas 1,4  $\alpha$ glukosida dan mempunyai rantai cabang 1,6  $\alpha$ glukosida (Kirk and Othmer, 1954).

Reaksi hidrolisis pati adalah sebagai berikut; (Iryani, 2013)



Tetapi reaksi antara air dengan polisakarida ini berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang sering digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Giovanni (2014), mengatakan ada beberapa variabel yang mempengaruhi reaksi hidrolisa yaitu katalisator, suhu, tekanan, pengadukan, perbandingan zat pereaksi, konsentrasi dan

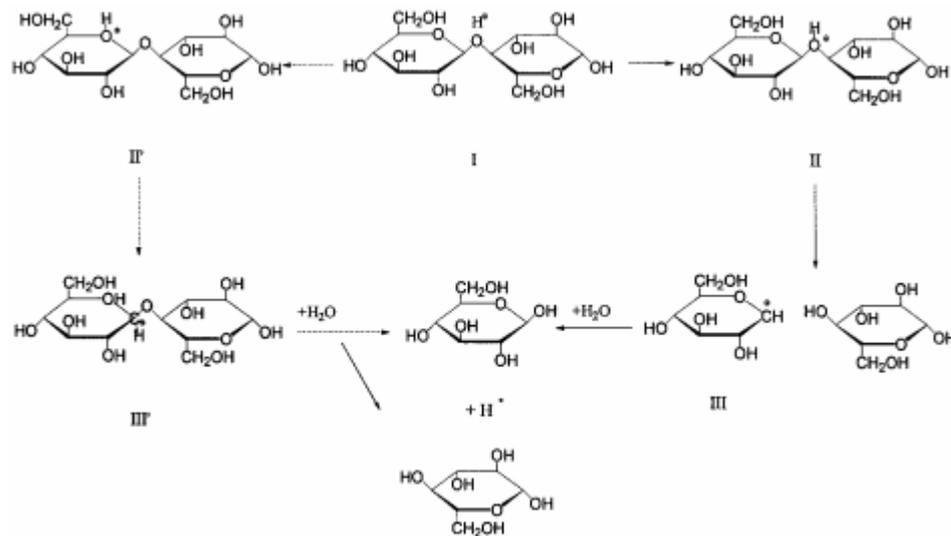
luas permukaan. Semakin halus ukuran bahan permukaan bidang kontak akan semakin luas sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan akan memperbesar laju reaksi.

Ada beberapa jenis proses hidrolisis yaitu: (Groggins, 1958).

1. Hidrolisis murni, air yang berperan sebagai reaktan.
2. Hidrolisis dengan menggunakan katalis asam, bisa berupa larutan asam encer atau asam pekat.
3. Hidrolisis dengan menggunakan katalis basa, bisa berupa basa encer atau basa pekat.
4. Hidrolisis dengan menggunakan katalis enzim
5. *Alkali fussion*, proses hidrolisis dengan sedikit atau tanpa air pada temperatur tinggi.

Hidrolisis murni merupakan hidrolisis sederhana yang sering dilakukan biasanya, air yang berperan sebagai reaktan untuk menghasilkan suatu produk. Akan tetapi hidrolisis ini berjalan sangat lambat sehingga perlu dilakukan penambahan suatu zat atau katalis. Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam sebagai pereduksi sekaligus pereaksi dalam proses hidrolisis. Asam dapat berfungsi untuk mempercepat proses reaksi dan menambah kecepatan laju reaksi suatu senyawa yang dihidrolisis. Asam yang biasanya digunakan dalam proses hidrolisis yaitu asam asetat, asam perklorat, asam fosfat, asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Menurut Sun dan Cheng (2002), bahwa dalam metode hidrolisis menggunakan asam pada suhu dan tekanan tertentu biomassa dari lignoselulosa menghasilkan monomer gula dari polimer, selulosa dan hemiselulosa.

Hidrolisis menggunakan asam dapat dipengaruhi oleh ukuran bahan, kecepatan pengadukan, konsentrasi asam, rasio, bahan, suhu dan waktu. Asam yang digunakan dalam proses hidrolisis biasanya asam sulfat karena dapat menghasilkan produk yang lebih besar karena asam ini memiliki jumlah ion hidronium ( $H^+$ ) yang lebih banyak dari pada asam kuat lainnya seperti asam klorida dan asam nitrat. Menurut Taherzadeh dan Karimi (2007) bahwa hidrolisis dengan asam terbagi menjadi dua, yaitu hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer. Mekanisme proses hidrolisis selulosa dengan menggunakan asam dapat dilihat pada Gambar 2.2



**Gambar 2.2 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Selulosa dengan Asam (Joksimovic dan Markovic, 2007)**

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa hidrolisis selulosa dengan menggunakan asam terjadi perpecahan ikatan  $\beta$ -1,4 glukosida pada selulosa. Proses reaksi ini terjadi dalam tiga tahapan yaitu tahap pertama sebuah proton dari asam berikatan dengan dua unit glukosa (I) kemudian membentuk asam konjugat (II). Ikatan C-O yang terputus dan rusaknya asam konjugat menghasilkan zat baru antara ion karbonium dengan siklik (III). Menurut Ermaiza (2009) mengatakan bahwa protonasi dapat juga terjadi pada oksigen cincin (II') menghasilkan pembukaan cincin dan kation karbonium non siklik (III') yang menunjukkan tidak ada kepastian ion karbonium mana yang paling mungkin terbentuk, kemungkinan yang terjadi adalah modifikasi protonasi terjadi pada kation siklik dengan hasil akhir yaitu kation karbonium mulai mengadisi molekul air dengan cepat dan menghasilkan ikatan yang stabil dan melepaskan proton.

## 2.4 Asam Nitrat

Asam nitrat memiliki rumus kimia  $\text{HNO}_3$ . Asam nitrat adalah suatu cairan korosif yang tidak berwarna dan termasuk kategori asam kuat yang berbahaya, korosif terhadap logam, bersifat toksik jika terhirup serta dapat menyebabkan luka bakar. Asam nitrat dapat digunakan sebagai pengoksidasi yang kuat, mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan membentuk garam. Secara rinci asam nitrat digunakan sebagai *nitration agent*, *oxidizing agent*, pelarut, katalis dan *hydrolyzing*

*agent.*

Berikut sifat fisika dan kimia asam nitrat:

- Rumus molekul :  $\text{HNO}_3$
- Berat molekul : 63,01 g/mol
- Berat Jenis : 1,41p
- Bentuk : Cair
- Titik beku :  $-41^\circ\text{C}$
- Titik didih :  $121^\circ\text{C}$
- Panas pembentukan :  $-173,35 \text{ Kj/mol}$
- Entropy :  $155,71 \text{ Kj/mol}$
- Panas penguapan :  $39,48 \text{ Kj/mol}$
- Kelarutan dalam air : larut

(*Sumber : Science Stuff, Inc*).

## **2.5 Metode Fenol-Asam sulfat**

Fenol-asam sulfat merupakan metode yang banyak digunakan untuk menentukan konsentrasi total gula atau total karbohidrat dalam sampel. Total gula atau gula total adalah jumlah gula pereduksi dan gula non pereduksi (Apriyantono dkk, (1989)). Analisis gula total sangat penting dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak komposisi gula yang terdapat dalam suatu sampel atau zat. Gula reduksi merupakan golongan gula atau karbohidrat yang dapat mereduksi senyawa penerima elektron. Semua monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa) dan disakarida (laktosa dan maltosa) kecuali sukrosa serta pati (polisakarida) adalah jenis gula pereduksi, sedangkan sukrosa termasuk jenis gula non pereduksi. Glukosa merupakan suatu monosakarida yang termasuk bagian dari gula total atau salah satu penyusun monomer dari polisakarida.

Analisis kuantitatif karbohidrat yang sering dilakukan adalah metode fenol-asam sulfat karena metode tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi hampir semua kelas karbohidrat, termasuk monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida dengan cepat dan cara yang sederhana. Metode fenol-asam sulfat juga lebih menguntungkan karena pereaksi berbiaya rendah dan banyak tersedia,

peralatan yang digunakan minimal dan pengujiannya sederhana. Asam sulfat memiliki fungsi untuk memecah polisakarida, oligosakarida dan disakarida yang terdapat dalam suatu zat menjadi monosakarida. Proses pemecahan polisakarida menghasilkan suatu turunan senyawa *furfural* atau *hidroksimetil furfural* yang mengalami reaksi dehidrasi oleh asam. Kemudian senyawa hasil dehidrasi tersebut akan bereaksi dengan fenol yang akan menyebabkan terbentuknya senyawa kompleks dengan perubahan warna menjadi kuning-orange. Senyawa 6-karbon seperti glukosa, galaktosa dan manosa dilakukan pembacaan pada panjang gelombang 480 nm dan 490 nm (Ulfana, 2010). Prinsip metode fenol-asam sulfat adalah asam sulfat yang direaksikan dengan D-galaktosa dan D-manosa akan mengakibatkan terjadinya reaksi yang mengarah pada pembentukan turunan furan seperti *5-hidroksimetil furfural*. Kemudian senyawa *5-hidroksimetil furfural* akan berikatan dengan fenol dan membentuk warna orange yang pekat. Senyawa kompleks yang memberikan warna dapat menyerap sinar *visibel* dan hasil absorbansi sebanding dengan konsentrasi gula secara linear (Cui dan Brummer, 2005). Berikut beberapa metode analisis yang dapat digunakan untuk menentukan gula total atau karbohidrat ;

1. Metode analisis kualitatif

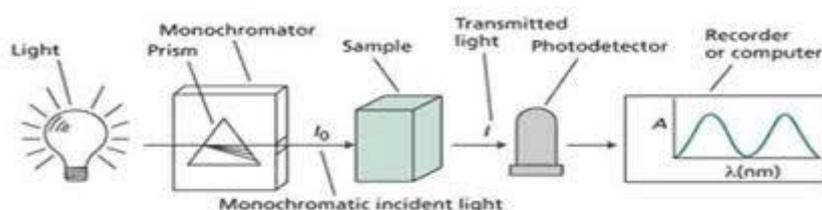
Analisis kualitatif karbohidrat didasarkan pada reaksi-reaksi warna yang dihasilkan atau adanya endapan yang terbentuk dan sifat mereduksi dari gugus karbonil dan sifat oksidasi dari gugus hidroksil. Beberapa contoh uji kualitatif karbohidrat yang sering digunakan adalah uji fehling, uji molish, uji moore, uji benedict, uji sellivanof, dan uji barfoed.

2. Metode Analisis kuantitatif

Analisis secara kuantitatif digunakan untuk menentukan konsentrasi dari suatu karbohidrat atau gula. Contoh uji yang dapat digunakan untuk analisis kuantitatif karbohidrat adalah metode luff schoorl, metode nelson-somolgyi, metode anthrone, metode fenol-asam sulfat, spektrofotometri, *Gas Chromatography* (GC) dan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

## 2.6 Spektrofotometri UV-Visible

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode analisis kualitatif dan kuantitatif penentuan molekul dan ion anorganik atau kompleks di dalam larutan. Prinsip dasar metode spektrofotometri UV-Visible adalah suatu cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu mengenai sampel kemudian cahaya tersebut diserap oleh sampel dan sebagian lagi diteruskan. Cahaya yang diserap akan menyebabkan eksitasi elektron dari keadaan dasar ke energi yang lebih tinggi kemudian cahaya yang diteruskan akan direkam oleh detektor dan menghasilkan spektrum berupa nilai absorbansi yang terbaca. Absorpsi cahaya UV-Vis mengakibatkan transisi elektronik, dimana terjadinya promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Prinsip ini sesuai dengan Hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan bersifat linear.



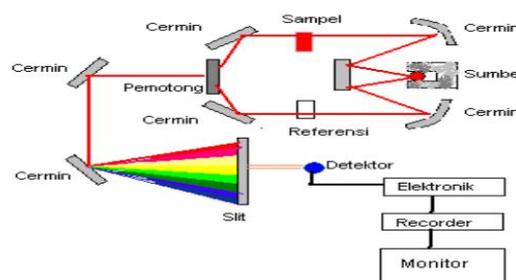
**Gambar 2.3 Spektrofotometer *Single Beam* (Clark, 2006)**

Spektrofotometri UV-Vis secara umum terdapat dua tipe instrumen yaitu Spektrofotometer *single beam* dan *double beam*. Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200-400 nm, sedangkan sinar tampak berada pada panjang gelombang 400-800 nm. Suhartati (2017), mengatakan tipe instrumen *single beam* dibuat pada panjang gelombang paling rendah 190-210 nm dan paling tinggi 800-1000 nm sedangkan tipe instrument *double beam* dibuat pada panjang gelombang 190-800 nm dimana instrumen ini terdiri dari dua sinar yang dapat memantulkan cahaya dari potongan cermin V yang disebut pemecah sinar. Sinar pertama akan melewati larutan blanko dan sinar kedua secara bersamaan akan melewati sampel.

Spektrofotometer merupakan alat instrumen yang digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmittansi suatu larutan sampel dengan informasi panjang gelombang. Menurut Khopkar (2008), alat spektrofotometer bekerja sesuai dengan prinsip metodenya yaitu spektrometer dan fotometer. Spektrometer merupakan instrumen yang memberikan informasi mengenai sistem optis yang dapat menghasilkan sebaran radiasi elektromagnetik sedangkan fotometer memberikan informasi mengenai pengukuran intensitas cahaya yang diteruskan atau diabsorpsi.

## 2.7 Spektrofotometri *Infra Red*

Spektrofotometri *infra red* adalah suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah vibrasi pada panjang gelombang 0,75-1000  $\mu\text{m}$ . *James Clark Maxwell* merupakan orang yang pertama kali mengemukakan radiasi elektromagnetik bahwa cahaya secara fisis, artinya gelombang elektromagnetik memiliki vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan. Interaksi yang terjadi antara sinar *infra red* dengan molekul hanya menyebabkan vibrasi atau bergerak pada tempatnya. *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy* (FTIR) yaitu suatu alat yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam suatu molekul atau senyawa. Menurut Silverstein (1967), setiap unsur memiliki spektra-*infra red* yang berbeda sehingga senyawa organik dapat diidentifikasi dengan cara membandingkan spektra *infra red* dengan spektra sampel yang telah diketahui.



Gambar 2.4 Skema *Infra Red*

(<https://images.app.goo.gl/YcoRFBywZmwinevW8>)

Proses mekanisme dasar pada instrumen spektrofotometer *infra red* dapat dilihat pada Gambar 2.4 yang menunjukkan bahwa sinar yang berasal dari sumber

sinar akan diteruskan kemudian sinar tersebut dipecah menjadi dua buah sinar yang saling tegak lurus. Sinar ini kemudian dipantulkan melalui cermin yaitu cermin diam dan cermin bergerak. Hasil cahaya yang dipantulkan kembali mengenai cermin menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi yang kemudian sinar tersebut mengenai cuplikan sampel dan sebagian sinar mengenai referensi atau menuju sumber. Cermin diarahkan untuk mengenai sampel dengan cara maju mundur yang menyebabkan sinar dapat mengenai detektor dan akan berfluktuasi menghasilkan sinyal pada detektor yang disebut dengan interferogram. Menurut Tahid (1994), interferogram pada FTIR yang muncul akan diubah menjadi spektra *infra red* dengan bantuan komputer menggunakan operasi matematika.

Spektrofotometer *infra red* terdiri dari lima komponen utama yaitu sumber sinar, wadah sampel, interferometer, detektor dan rekorder. Pada dasarnya spektrum infra merah merupakan nilai plot antara transmitansi dengan frekuensi. Spektrum yang dihasilkan menunjukkan bahwa banyaknya puncak absorpsi (pita) pada frekuensi yang karakteristik. Bilangan gelombang yang sering digunakan dalam spektrum *infra red* berkisar antara  $4000\text{-}670\text{ cm}^{-1}$  ( $2,5\text{-}15\text{ }\mu\text{m}$ ).

## 2.8 Kinetika Kimia

Energi kinetik adalah sebuah energi yang tersedia karena gerakan suatu benda kinetika yang merujuk pada laju reaksi yaitu perubahan konsentrasi reaktan atau produk terhadap waktu. Secara umum setiap reaksi dinyatakan dengan persamaan berikut :



Persamaan tersebut menunjukkan bahwa selama berlangsungnya suatu reaksi maka molekul dari reaktan yang bereaksi sedangkan terbentuk suatu molekul produk. Menurut Chang (2004) bahwa hasil dari persamaan reaksi tersebut dapat dilihat dari jalannya reaksi yaitu menurunnya konsentrasi reaktan atau meningkatnya konsentrasi produk. Reaksi kimia dapat berlangsung dengan laju yang berbeda-beda. Reaksi ada yang berlangsung sangat cepat dan ada juga yang berlangsung lambat. Ini karena dipengaruhi oleh berbagai faktor. Menurut Kristianingrum (2003), berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi laju reaksi:

a. Sifat dan Keadaan Zat

Reaksi kimia terjadi dalam pemutusan dan pembentukan ikatan dimana jenis ikatan yang dimiliki oleh reaktan mempengaruhi laju reaksi. Selain itu, luas permukaan zat-zat yang bereaksi sangat berpengaruh terhadap laju reaksi, sehingga suatu zat yang dalam bentuk serbuk, bongkahan atau kepingan akan memiliki laju reaksi yang berbeda. Partikel pereaksi yang kecil mengakibatkan permukaan reaksi yang bersentuhan dalam reaksi semakin besar, sehingga reaksi yang terjadi semakin cepat. Dalam sistem heterogen yaitu, pereaksi yang digunakan berbeda wujudnya mengakibatkan luas permukaan sentuhan antar pereaksi sangat menentukan laju reaksi sedangkan dalam sistem homogen luas permukaan tidak mempengaruhi laju reaksi.

b. Konsentrasi

Makin besar konsentrasi yang dimiliki reaktan maka kemungkinan terjadinya tumbukan yang efektif sehingga laju reaksinya akan semakin cepat. Tumbukan yang efektif adalah tumbukan antar molekul yang menghasilkan reaksi dan hanya terjadi jika molekul yang bertumbukan tersebut memiliki energi aktivasi yang cukup. Energi aktivasi adalah energi minimum yang dimiliki suatu molekul agar tumbukannya menghasilkan reaksi.

c. Suhu

Menaikkan suhu berarti menambahkan energi, sehingga energi kinetik molekul-molekul akan meningkat. Sehingga molekul-molekul yang bereaksi lebih aktif mengadakan tumbukan. Kenaikan suhu menyebabkan gerakan molekul makin cepat dan dapat terjadinya tumbukan yang efektif makin banyak terjadi.

d. Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempengaruhi laju reaksi, dapat mempercepat proses reaksi tetapi tidak ikut bereaksi. Adanya katalis dalam suatu reaksi dapat menurunkan energi aktivasi ( $E_a$ ) dari suatu reaksi sehingga reaksi akan meningkat lebih cepat.

## A. Hukum Laju

Hukum laju menunjukkan bahwa hubungan antara laju reaksi dan konsentrasi dari suatu senyawa menghasilkan harga atau tetapan laju reaksi yang dikenal dengan orde reaksi. Orde reaksi adalah bilangan pangkat yang menyatakan hubungan konsentrasi zat dengan laju reaksi. Laju reaksi kimia adalah jumlah mol reaktan per satuan volume yang bereaksi dalam waktu tertentu. Menurut Kristianingrum (2003) bahwa harga orde reaksi hanya dapat ditentukan melalui eksperimen sedangkan tahap penentuan laju reaksi adalah reaksi yang paling lambat.

Penetapan konstanta laju dan orde reaksi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu salah satunya dilakukan pencocokan antara grafik data eksperimen dengan grafik suatu hukum laju. Misalnya grafik orde satu dan grafik orde dua dimana, jika grafik yang digunakan adalah grafik linear maka disebut analisa linear. Tingkat kesesuaian hasil eksperimen dengan hukum laju coba-coba ditentukan oleh beberapa parameter yaitu koefisien korelasi dan standard deviasi (Siahaan, 1999).

Perubahan konsentrasi zat per satuan waktu disebut kecepatan reaksi. Sedangkan ungkapan kecepatan reaksi sebagai fungsi konsentrasi adalah hukum laju. Definisi laju reaksi untuk reaksi sederhana  $aA \rightarrow bB$  dimana :

$$V_A = -\frac{d[A]}{adt}, V_B = -\frac{d[B]}{bdt}$$

Sedangkan hukum lajunya,

$$v = k [A]^n$$

k adalah konstanta laju reaksi

n adalah orde reaksi

### a. Reaksi Orde Nol

Reaksi orde nol dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut;

$$-\frac{d[A]}{dt} = k$$

Dimana k adalah konstanta laju orde nol, persamaan diferensial diatas dapat diintegrasikan dengan kondisi-kondisi awal  $t=0, [A]=[A]_0$

$$[A] = [A]_0 - kt \quad \text{atau,}$$

$$k = \frac{[A]_0 - [A]}{t}$$

Menurut Dogra (1990), bahwa laju reaksi orde nol tidak tergantung pada konsentrasi reaktan.

### b. Reaksi Orde Satu

Hukum laju reaksi orde satu dilihat pada persamaan berikut;

$$\text{Laju} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k [A]$$

$$\ln[A]_t - \ln[A]_0 = -kt \quad \text{atau} \quad \ln \frac{[A]_t}{[A]_0} = -kt$$

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

Persamaan tersebut ditata ulang menjadi :

$$-\frac{d[A]}{[A]} = -k dt$$

Jika Persamaan tersebut diintegrasikan secara langsung, karena  $t = 0$  konsentrasi A adalah  $[A]_0$  maka pada waktu  $t$ , konsentrasi adalah  $[A]$ , maka dapat dituliskan persamaanya sebagai berikut:

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = - \int_0^t k dt \quad \text{diperoleh};$$

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = kt$$

$$[A] = [A]_0 e^{-kt}$$

Kedua persamaan yang dituliskan merupakan versi dari hukum laju terintegrasi yaitu bentuk terintegrasi dari persamaan laju. Persamaan tersebut menunjukkan jika  $\ln[A]/[A]_0$  dialurkan terhadap  $t$  maka reaksi orde pertama akan menghasilkan garis lurus. Jika grafik tersebut berupa garis lurus maka reaksi adalah orde pertama dan  $k$  dapat diperoleh dari kemiringannya.

### c. Reaksi Orde Kedua

Pada reaksi orde dua, laju berbanding langsung dengan kuadrat konsentrasi dalam satu reaktan atau dengan hasil kali konsentrasi yang meningkat sampai pangkat satu atau dua dari reaktan-reaktan tersebut.

a. Kasus I

$2A \rightarrow \text{produk}$

$$-\frac{d[A]}{dt} = k [A]^2,$$

Yang diintegrasikan memiliki persamaan sebagai berikut;

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

Dimana  $[A]_0$  adalah konsentrasi reaktan pada  $t = 0$ .

b. Kasus II

Dimana  $a \neq b$  dan  $[A]_0 \neq [B]_0$ , persamaan laju differensial adalah :

$$-\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = k [A] [B]$$

Persamaan laju yang diintegrasikan adalah :

$$\frac{1}{b[A]_0 - a[B]_0} \ln\left(\frac{[B]_0 [A]}{[B][A]_0}\right) = kt$$

Jika  $a = b = 1$  maka persamaan diatas menjadi ;

$$\frac{1}{[A]_0 - [B]_0} \ln\left(\frac{[B]_0 [A]}{[B][A]_0}\right) = kt$$

Plot sisi kiri dari persamaan diatas terhadap  $t$  akan merupakan garis lurus. Konstanta laju dihitung dari kemiringan dan konsentrasi awal reaktan dari intersep tersebut (Dogra, 1990).

d. Reaksi Orde Ketiga

Pada reaksi orde ketiga menunjukkan hubungan antara besarnya pengaruh konsentrasi reaktan terhadap laju reaksi. Laju reaksi berbanding lurus dengan pangkat tiga konsentrasi reaktan.

$3A \rightarrow \text{Produk}$

Maka, persamaan laju reaksinya sebagai berikut ;

$$V = -\frac{d[A]}{dt} = k [A]^3$$

Jika diintegrasikan, memiliki persamaan seperti berikut;

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^3} = \int_0^t k dt \quad \text{Atau,}$$
$$\frac{1}{2[A]^2} - \frac{1}{2[A]_0^2} = kt, \quad \rightarrow \quad k = \frac{1}{2t} \left( \frac{1}{[A]^2} - \frac{1}{[A]_0^2} \right)$$

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Spektrofotometer UV-Visible single beam* (Merek *Thermo Scientific Orion Aquamate 8000*), FT-IR (Merek *IRTracer 100*), neraca analitik (*Ohaus*), oven (*Memmert*), Blender (*Philips*), Labu leher dua 500 mL (*Iwaki*), gelas ukur 100 mL (*Iwaki*), labu ukur 10, 25, 100 mL (*Iwaki, Pyrex*), pipet ukur 1 dan 5 mL (*Iwaki*), spatula, pro pipet, tabung reaksi (*Iwaki*), rak tabung, *hotplate*, pipet tetes, gelas beaker 50, 100, 250 dan 500 mL (*Iwaki, Pyrex*), corong kaca (*Pyrex*), batang pengaduk, kaca arloji, termometer raksa dan satu set alat refluks.

### **3.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel batang pisang, larutan  $\text{HNO}_3$  1 M dan 0,1 M (*Merck*),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  96% (*Merck*), larutan Fenol 5% (*Merck*), padatan standar glukosa (*Merck*), kertas saring, tisu, aluminium foil dan akuades.

### **3.3 Cara Kerja**

#### **3.3.1 Preparasi sampel batang pisang**

Batang pisang dipotong-potong menjadi kecil kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai berwarna coklat kekeringan. Setelah itu, batang pisang dihaluskan dengan menggunakan blender. Selanjutnya batang pisang yang telah halus dioven selama 3 jam pada suhu  $70^\circ\text{C}$  untuk memastikan batang pisang benar-benar kering.

#### **3.3.2 Proses hidrolisis batang pisang**

Sebanyak 15 g serbuk batang pisang ditempatkan ke dalam labu leher dua dengan perbandingan antara batang pisang dan air adalah 1:20 kemudian ditambahkan katalis asam nitrat dengan konsentrasi 1 M sampai pH larutan sampel menjadi pH 3. Larutan dihidrolisis dengan variasi suhu yang digunakan adalah  $30^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ ,  $75^\circ\text{C}$  dan  $100^\circ\text{C}$ . Selama proses hidrolisis, sampel diambil untuk dianalisis kandungan glukosanya dengan variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 40; 60; 80; 100 menit.

### **3.3.3 Pembuatan larutan induk glukosa**

Pembuatan larutan induk glukosa dengan konsentrasi 0,1 mg/mL dilakukan dengan melarutkan 10 mg glukosa murni dalam 100 mL air suling. Kemudian, pembuatan larutan deret standar glukosa dibuat dengan mengencerkan larutan induk glukosa hingga menjadi beberapa variasi konsentrasi 0,0; 0,025; 0,035; 0,045 dan 0,07 mg/mL, ke dalam labu ukur 100mL.

### **3.3.4 Pembuatan larutan blanko**

Sebanyak 1 mL akuades dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL reagen fenol 5% lalu diaduk sampai homogen kemudian ditambahkan 5 mL asam sulfat pekat 96% secara cepat dan tegak lurus. Selanjutnya larutan didiamkan selama 10 menit dan dipanaskan dalam penangas air selama 15 menit. Setelah itu larutan didinginkan sampai suhu ruang.

### **3.3.5 Penentuan kurva kalibrasi standar glukosa**

Larutan deret standar glukosa 0,0; 0,025; 0,035; 0,045 dan 0,07 mg/mL. Sebanyak 1 mL diambil tiap konsentrasi kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan 1 mL larutan fenol 5%. Kemudian larutan digojog lalu ditambahkan 5 mL larutan asam sulfat pekat secara cepat dengan cara menuangkan secara tegak lurus diatas permukaan larutan. Selanjutnya larutan didiamkan selama 10 menit lalu dikocok kemudian larutan dipanaskan selama 15 menit diatas penangas air. Setelah itu larutan didinginkan hingga suhu larutan sama dengan suhu ruang. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan dengan menggunakan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang maksimum 480 nm.

### **3.3.6 Penentuan karakterisasi glukosa dengan FT-IR**

Karakterisasi senyawa glukosa hasil hidrolisis dilakukan dengan membandingkan antara larutan glukosa murni dengan sampel (hidrolisat). Sampel hasil hidrolisis suhu 30; 50; 75 dan 100°C masing-masing sebanyak 10 mL diambil pada waktu ke-100 menit kemudian larutan standar glukosa 0,045 mg/mL sebanyak 10 mL sebagai pembandingnya. Selanjutnya dianalisis menggunakan instrumen *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui spektra antara standar glukosa dengan sampel hidrolisat batang pisang.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian tugas akhir kali ini, dilakukan uji kinetika kimia hidrolisa kadar glukosa dalam selulosa batang pisang (*Musa paradisiaca l*) menggunakan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 1 M sampai pH 3 dengan variasi waktu dan suhu. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa data yang memiliki kecenderungan tidak stabil karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi seperti variabel bebas yang tidak terkontrol (jumlah penambahan volume asam nitrat sampai pH 3 dalam proses hidrolisis sampel pada suhu 30°C, 50°C 75°C dan 100°C berbeda-beda). Kemudian pengaruh variabel waktu dan suhu yang dibuat masih belum mencapai waktu optimum dimana konversi serat selulosa dalam batang pisang menjadi glukosa belum optimal atau masih memerlukan penambahan waktu hidrolisis serat batang pisang. Waktu pengambilan hidrolisat, dapat dilihat pada Tabel 4.1 Hasil kadar glukosa dari proses hidrolisis pada suhu 30°C dan 50°C kadar glukosa yang diperoleh mengalami peningkatan signifikan setiap 20 menit waktu pengambilan hidrolisat, akan tetapi pada suhu 75°C mengalami penurunan kadar dari setiap pengambilan hidrolisat dan meningkat kembali pada suhu 100°C. Peningkatan tersebut tidak terlalu signifikan sehingga hidrolisis batang pisang masih membutuhkan waktu dan kenaikan suhu selama hidrolisis untuk mencapai kadar glukosa yang dihasilkan konstan. Nilai orde reaksi yang diperoleh dalam penelitian ini mengikuti persamaan orde 1 yaitu nilai orde reaksi batang pisang yang diperoleh dari koefisien korelasi sebesar 0,998 pada suhu hidrolisis 100°C.

#### **4.1 Hidrolisis Glukosa dalam Selulosa pada Batang Pisang**

Hidrolisis kandungan glukosa pada batang pisang diawali dengan proses preparasi sampel. Batang pisang dijemur dibawah sinar matahari kemudian dihaluskan batang pisang yang sudah kering menggunakan blender. Proses ini bertujuan untuk memperluas permukaan kontak batang pisang dengan pereaksi pada saat hidrolisis. Luas permukaan akan mempengaruhi kecepatan reaksi karena semakin luas permukaan maka dapat memperbesar kesempatan terjadinya tumbukan antar partikel. Menurut Kristianingrum (2003), luas permukaan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi karena zat-zat yang bereaksi

memiliki laju reaksi yang berbeda baik itu dalam bentuk serbuk, bongkahan atau kepingan. Batang pisang yang telah halus kemudian dioven selama 3 jam pada suhu 70°C. Proses pengovenan berfungsi untuk memastikan sampel batang pisang tersebut benar-benar kering. Selanjutnya, batang pisang ditimbang dan dilarutkan dengan akuades (1:20) kemudian dilakukan penambahan asam nitrat 1 M sampai pH menjadi 3. Menurut Sylvia dkk, (2015) menyatakan bahwa penambahan asam sebagai katalisator adalah memperbesar kereaktifan air sehingga proses hidrolisis berjalan lebih cepat. Proses hidrolisis batang pisang dilakukan dengan menggunakan metode hidrolisis asam dimana asam yang digunakan adalah asam nitrat. Pemilihan asam nitrat dalam proses hidrolisis batang pisang adalah asam nitrat merupakan salah satu asam kuat yang dapat menghasilkan gula dan salah satu modifikasi dalam penelitian ini yaitu melihat pengaruh penggunaan asam nitrat pada hidrolisis serat batang pisang karena penelitian sebelumnya kebanyakan menggunakan asam sulfat. Hidrolisis ditempatkan dalam refluks dengan variasi suhu yang digunakan 30; 50; 75 dan 100°C. Selama hidrolisis berlangsung diambil hidrolisatnya dengan waktu yang ditentukan yaitu 40; 60; 80 dan 100 menit. Variasi suhu dan waktu yang dibuat untuk menentukan pengaruh konsentrasi kandungan glukosa pada batang pisang yang dihasilkan dan orde serta konstanta laju reaksi yang diperoleh dari proses hidrolisis.

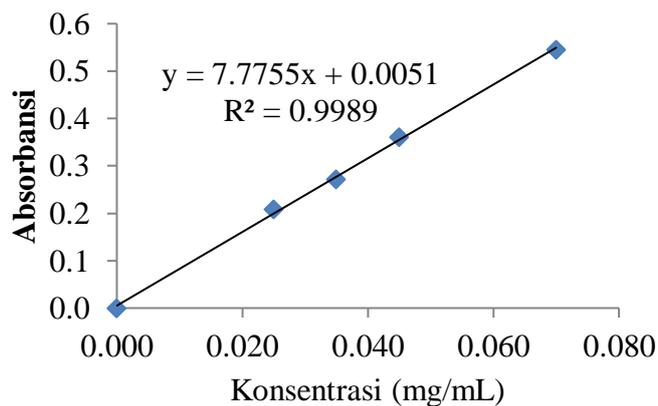
#### **4.2 Persamaan Kurva Kalibrasi Standar Glukosa**

Persamaan kurva kalibrasi standar glukosa diperoleh dari pengukuran absorbansi Vs konsentrasi larutan standar glukosa dengan spektrofotometer Uv-vis *single beam* pada panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti penelitian sebelumnya tentang analisis kandungan glukosa yaitu panjang gelombang 480 nm untuk pentosa dan asam uronat serta 490 nm untuk heksosa (Ulfana, 2010). Berdasarkan acuan tersebut Wiyantoko dkk, (2017) telah melakukan analisis glukosa dengan panjang gelombang 480 nm diperoleh koefisien determinasi  $R^2=0,9926$  dan 490 nm koefisien determinasi  $R^2= 0,9937$  yang menunjukkan hasil yang diperoleh dalam rentang yang baik yaitu 0,99. Oleh karena itu digunakan panjang gelombang 480 nm untuk hidrolisis glukosa standar sampel batang pisang.

**Tabel 4.1 Absorbansi larutan standar**

Konsentrasi (mg/mL)	Absorbansi Terkoreksi
0,000	0,000
0,025	0,208
0,035	0,272
0,045	0,361
0,070	0,545

Hasil absorbansi dari pengukuran dengan spektrofotometer uv-vis *single beam* 480nm dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang diperoleh untuk mengetahui konsentrasi dan absorbansi larutan standar glukosa. Persamaan kurva kalibrasi standar glukosa dengan cara diplot konsentrasi sebagai garis sumbu x dan absorbansi sebagai garis sumbu y.



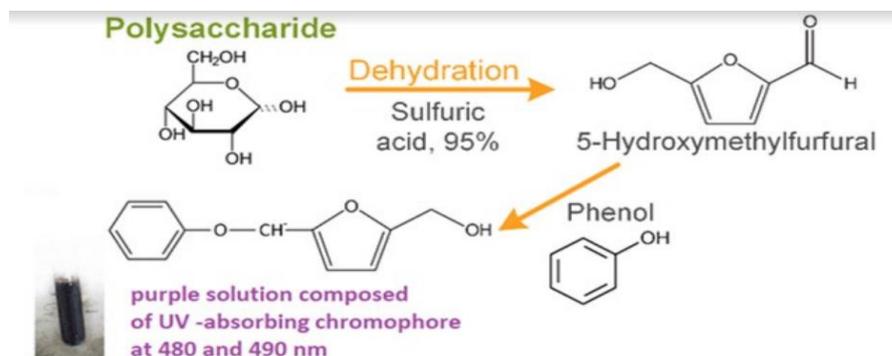
**Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Standar Glukosa**

Gambar 4.1 menunjukkan persamaan kurva kalibrasi glukosa yang diperoleh sebesar  $y = 7,775x + 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi yaitu 0,9989 masih dalam rentang yang baik. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya koefisien determinasi yang diperoleh dalam rentang 0,99 yang masih sesuai.

#### **4.3 Analisis Glukosa Total Metode Fenol-Asam Sulfat**

Analisis kadar glukosa yang digunakan pada hidrolisis batang pisang yaitu menggunakan metode fenol-asam sulfat. Metode ini dipilih karena dapat digunakan untuk mendeteksi hampir semua kelas karbohidrat, termasuk monosakarida,

disakarida, oligosakarida dan polisakarida dengan cepat dan cara yang sederhana. Metode fenol-asam sulfat juga lebih menguntungkan karena pereaksi berbiaya rendah dan banyak tersedia, peralatan yang digunakan minimal dan pengujiannya sederhana, cepat, sensitif dan memberikan hasil yang baik. Mekanisme dasar batang pisang yang dianalisis dengan metode fenol-asam sulfat yaitu sampel batang pisang yang diperoleh dari proses hidrolisis ditambahkan asam sulfat akan mengalami hidrolisis ikatan glikosidik dan reaksi dehidrasi yang terbentuk produk samping seperti senyawa turunan furfural atau *5-hidroksimetil furfural* kemudian direaksikan dengan larutan fenol. Larutan didiamkan selama 10 menit sebelum dipanaskan diatas penangas air yang berfungsi membantu proses pembentukan kompleks. Selanjutnya larutan dipanaskan selama 15 menit untuk mempercepat reaksi yang terjadi kemudian larutan didiamkan sampai suhu ruang yang berfungsi untuk pembentukan senyawa kompleks yang lebih stabil. Senyawa kompleks yang terbentuk memberikan warna orange. Kandungan gula pada serat batang pisang cukup tinggi sehingga memberikan warna ungu sebagai hasil akhir. Mekanisme reaksi analisis glukosa dalam sampel serat batang pisang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Modifikasi Mekanisme Reaksi Metode Fenol-Asam Sulfat  
(BeMiller dan Nielsen, 2003)

Warna yang dihasilkan bervariasi dari hijau, kuning, orange, coklat dan ungu tergantung pada konsentrasi glukosa yang dimiliki oleh sampel. Kadar glukosa pada serat batang pisang menggunakan metode fenol asam sulfat dapat dilihat pada Tabel 4.1

**Tabel 4.2 Hasil Kadar Glukosa Batang Pisang**

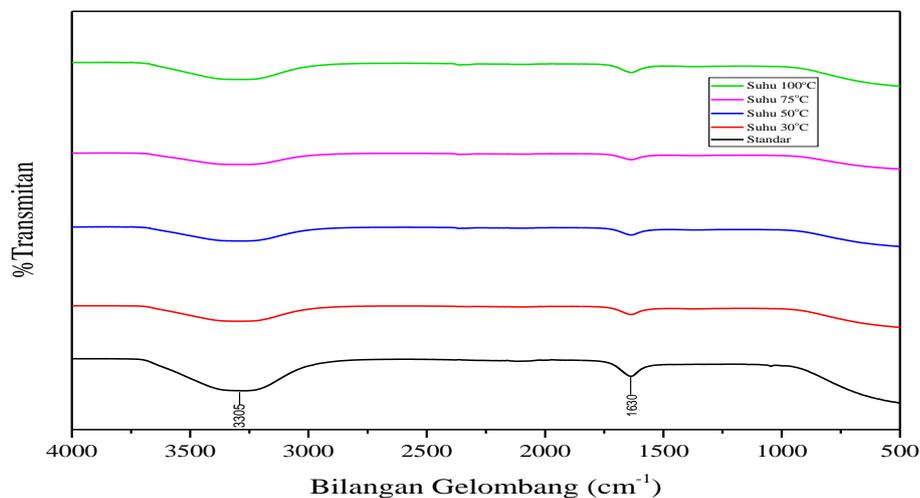
Waktu (menit)	Glukosa (%)			
	30°C	50°C	75°C	100°C
40	10,67	15,77	20,58	19,67
60	11,70	20,70	15,18	16,97
80	11,44	21,75	20,26	16,33
100	14,08	21,77	16,66	20,51

Tabel 4.2 menunjukkan kadar glukosa total dalam selulosa pada batang pisang yang paling besar pada waktu 80 dan 100 menit pada suhu 50°C sebesar 21,75% dan 21,77 % kemudian pada suhu 100°C sebesar 20,51%. Pada suhu 30°C dan 50°C terlihat kenaikan signifikan kadar glukosa setiap peningkatan waktu hidrolisis serat batang pisang, akan tetapi pada suhu 75°C kadar glukosa yang dihasilkan tidak stabil hal ini disebabkan beberapa variabel bebas yang tidak terkontrol dan kurang diperhatikan seperti, pada saat penambahan volume asam nitrat pada sampel batang pisang sebelum dihidrolisis pH awal larutan sampel berbeda-beda dari berbagai suhu hidrolisis kemudian temperatur dalam labu destilat dan termometer tidak konstan dalam suhu 75°C. Hidrolisis suatu senyawa juga berpengaruh terhadap konsentrasi asam yang digunakan dan jenis asam. Hidrolisis serat batang pisang menggunakan jenis asam nitrat dengan konsentrasi 1 M. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Wiyantoko dkk, 2021) telah dilakukan analisis kadar glukosa dengan katalis asam sulfat dan asam nitrat hasil yang diperoleh bahwa kandungan glukosa dengan katalis asam sulfat lebih besar dari katalis asam nitrat hal ini berpengaruh terhadap nilai konstanta disosiasi asam yang dimiliki dimana  $pK_a \text{ HNO}_3 < pK_a \text{ H}_2\text{SO}_4$ . Nilai  $pK_a$  asam nitrat sebesar 2,00 dan nilai  $pK_a$  asam sulfat sebesar 3,00 membuat asam sulfat dapat menyumbangkan lebih banyak proton. Karena pengaruh  $pK_a$  terhadap kekuatan asam adalah semakin besar nilai tetapan ionisasi asam ( $pK_a$ ) maka semakin kuat asamnya sebaliknya semakin kecil nilai  $pK_a$  maka semakin lemah asamnya. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh asam nitrat yang digunakan dalam hidrolisis serat batang pisang menghasilkan kadar glukosa yang masih sedikit. Pemilihan asam sulfat yang sering digunakan karena asam sulfat memiliki jumlah ion  $\text{H}^+$  yang lebih banyak jika dibandingkan dengan jenis asam kuat lainnya. Hal ini terjadi karena dipengaruhi

keberadaan ion  $H^+$  didalam larutan, semakin banyak jumlah  $H^+$  maka kecepatan reaksi semakin meningkat sehingga produk hasil hidrolisis semakin besar. Kemudian konsentrasi asam yang tinggi juga akan mengakibatkan terikatnya ion-ion pengontrol seperti  $SiO_2$ , phospat, dan garam-garam seperti Ca, Mg, Na, dan K dalam pati.

#### 4.4 Karakterisasi Senyawa Glukosa dengan FTIR

Hasil analisis FTIR larutan standar glukosa murni dengan sampel hidrolisis batang pisang dapat dilihat pada Gambar 4.9. Menurut Medhat dan Ibrahim (2006), Spektra *Infra-red* dapat ditentukan dengan membandingkan posisi dan intensitas pita serapan yang teramati pada spektra *Infra red* pada panjang gelombang tertentu dengan intensitas perhitungan suatu model molekul. Pada hasil spektra *Infra red* yang diperoleh antara larutan standar glukosa dengan sampel hidrolisis batang pisang terdapat persamaan kedua grafik spektra *Infra Red*. Secara umum spektra infra merah glukosa pada batang dapat ditentukan dengan melihat renggangan dan intensitas yang diperoleh.



**Gambar 4.3 Spektra FTIR Larutan Glukosa Standar dengan Sampel Glukosa pada Suhu 30 °C, 50 °C, 75°C dan 100 °C**

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terdapat renggangan dibilangan gelombang 3329,14  $cm^{-1}$  pada *peak* glukosa standar dan glukosa batang pisang suhu 30°C dan suhu 75°C, dan renggangan didaerah bilangan gelombang 3340,71  $cm^{-1}$  pada *peak* glukosa batang pisang suhu 50°C dan dibilangan gelombang 3334,92  $cm^{-1}$  pada *peak* glukosa batang pisang suhu 100°C yang merupakan pita-

pita serapan dari gugus -OH dan diperkuat dengan adanya tekukan yang lemah pada daerah  $306,68\text{ cm}^{-1}$  yang dimiliki oleh serapan glukosa standar sedangkan glukosa batang pisang tekukan yang lemah terdapat pada bilangan gelombang  $310,54\text{ cm}^{-1}$ ,  $302,82\text{ cm}^{-1}$  dan  $318,25\text{ cm}^{-1}$ . Kemudian terjadinya energi vibrasi pada ikatan C-H pada glukosa standar yang terdapat didaerah bilangan gelombang  $1793,80\text{ cm}^{-1}$  dan spektra glukosa batang pisang, vibrasi ikatan C-H terdapat dibilangan gelombang  $1635,64\text{ cm}^{-1}$ . Selanjutnya, renggangan antara C=O pada gugus aldehyd dalam glukosa batang pisang terjadi pada daerah  $1637,56\text{ cm}^{-1}$ ,  $1631,78\text{ cm}^{-1}$  dan  $1656,85\text{ cm}^{-1}$  kemudian untuk spektra glukosa standar terdapat pada serapan pita didaerah bilangan gelombang  $1637,56\text{ cm}^{-1}$ . Nilai serapan pita dan panjang gelombang yang diperoleh menunjukkan spektra-IR glukosa dengan standar glukosa sama yang membuktikan bahwa sampel batang pisang mengandung gugus glukosa yaitu Renggangan yang terdapat di ikatan-OH kemudian terjadi ikatan vibrasi didaerah C-H dan renggangan antara C=O pada gugus aldehyd.

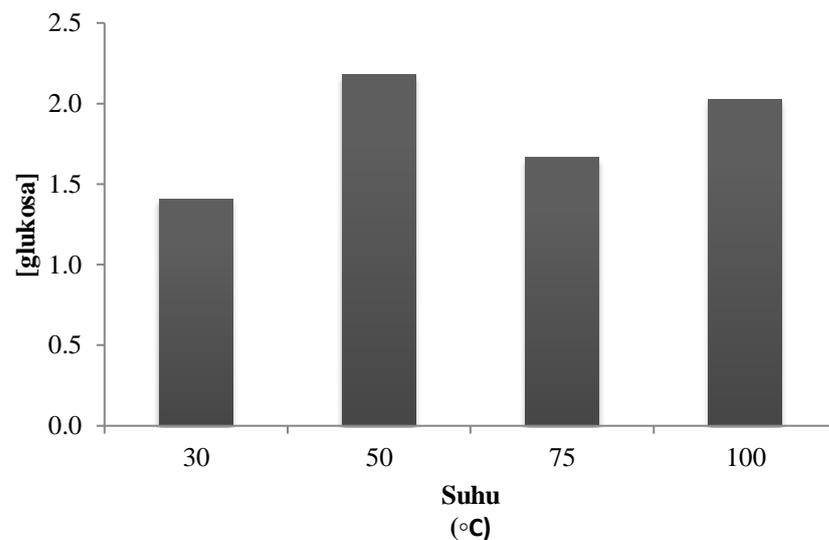
**Tabel 4.3 Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Glukosa**

Keterangan	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi
Standar glukosa	3329,14	-OH
Sampel	3329,14	-OH
	3340,71	
	3329,14	
	3334,92	
Standar glukosa	1793,80	C-H
Sampel	1635,64	C-H
Standar glukosa	1637,56	C=O
Sampel	1637,56	C=O
	1631,78	
	1656,85	

#### 4.5 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Hasil Hidrolisis Glukosa Batang Pisang

Berdasarkan Tabel 4.1 yang diperoleh dapat diketahui pengaruh waktu dan suhu selama proses hidrolisis sampel batang pisang. Semakin lama waktu yang digunakan pada saat hidrolisis maka dapat meningkatkan bertambahnya volume glukosa yang dihasilkan dan semakin tinggi suhu yang digunakan proses konversi selulosa pada serat batang pisang menjadi glukosa lebih besar. Studi pengaruh variasi

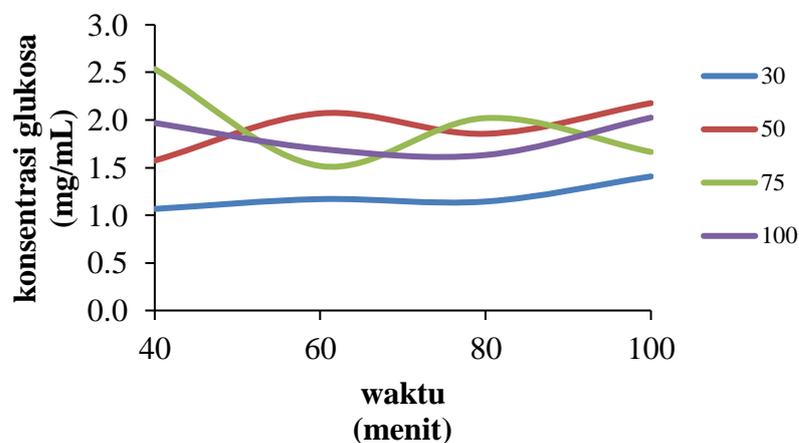
suhu dan waktu hidrolisis glukosa pada batang pisang dapat dilihat pada Gambar 4.4. dan Gambar 4.5. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat suhu dinaikkan maka proses terjadinya tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi sehingga konsentrasi dari produk glukosa yang terbentuk juga bertambah, disamping itu rantai panjang yang terdapat pada molekul selulosa akan lebih mudah untuk terputus menjadi monomer glukosa.



**Gambar 4.4 Pengaruh Suhu terhadap Kadar Glukosa**

Menurut Astrinia dan Alfiana (2013), semakin tinggi suhu hidrolisis pati maka semakin tinggi pula kadar glukosa yang terbentuk. Semakin tinggi kadar glukosa yang terbentuk maka semakin tinggi nilai konstanta laju reaksi hidrolisis dan semakin cepat reaksi pembentukan glukosa. Akan tetapi jika dilihat pada Gambar 4.4 pengaruh suhu terhadap hidrolisis glukosa serat batang pisang dalam penelitian yang telah dilakukan memiliki kecenderungan tidak stabil. Setiap kenaikan suhu hidrolisis kadar glukosa semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu hidrolisis yang dapat dilihat pada suhu 30°C dan 50°C. Kemudian pada suhu 75°C kadar glukosa yang diperoleh mengalami penurunan dan meningkat kembali pada suhu 100°C. Variabel yang dapat mempengaruhi variasi suhu dalam proses hidrolisis dengan menggunakan katalis asam adalah ukuran bahan pada saat dihidrolisis. Semakin halus ukuran bahan permukaan bidang kontak akan semakin luas sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan

akan memperbesar konversi reaksi pereaktan menjadi produk. Sampel serat batang pisang yang akan dihidrolisis dengan suhu 50°C dan suhu 75°C memiliki struktur permukaan yang berbeda karena dilakukan penghalusan ukuran bahan batang pisang dihari yang berbeda serta proses hidrolisis dilakukan dihari yang berbeda pula antara suhu 30°C, 50°C, 75°C, dan 100°. Selanjutnya kecepatan pengadukan pada saat hidrolisis mempengaruhi tumbukan antar partikel yang terjadi antara sampel dengan pelarut dan konsentrasi asam. Suhu operasi yang digunakan dalam proses hidrolisis selulosa juga dapat meningkatkan kadar glukosa hingga mencapai kadar optimum (Wahyudi dkk, 2011). Hidrolisis serat batang pisang dalam penelitian ini belum mencapai waktu optimum yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 suhu 75°C mengalami penurunan kadar glukosa dan meningkat kembali pada suhu 100°C tetapi peningkatan kadar glukosa yang diperoleh tidak menunjukkan data yang signifikan. Sehingga hidrolisis serat batang pisang masih memerlukan penambahan suhu dan waktu hidrolisis untuk menghasilkan kadar glukosa yang stabil dan konstan. Hasil hidrolisis glukosa pengaruh waktu dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Hasil Hidrolisis Batang Pisang pada Suhu 30°C (a), Suhu 50°C (b), Suhu 75°C (c) dan Suhu 100°C (d)**

Gambar 4.5 menunjukkan jika semakin lama waktu hidrolisis batang pisang yang dilakukan pada suhu 100°C maka peruraian selulosa menjadi glukosa semakin cenderung bertambah, dapat dilihat bahwa konversi glukosa pada menit ke-60 dan

80 telah menunjukkan penurunan, akan tetapi pada menit ke-100 konsentrasi glukosa bertambah naik, terkecuali di suhu 75°C. Hasil ini mengindikasikan bahwa waktu untuk proses hidrolisis belum mencapai kestabilan dan masih mengalami kenaikan konsentrasi dan untuk mendapatkan kondisi yang paling baik perlu dilakukan hidrolisis yang lebih lama atau penambahan waktu hidrolisis agar glukosa yang diperoleh lebih optimal. Pengaruh waktu yang semakin lama membuat molekul-molekul dalam batang pisang pada saat hidrolisis saling bertumbukan menghasilkan konsentrasi glukosa yang semakin besar. Pengaruh waktu yang dilakukan dapat mempengaruhi nilai laju reaksi yang dihasilkan. Laju reaksi merupakan berubahnya konsentrasi reaktan dan produk dalam satuan waktu. Semakin lama waktu proses hidrolisis batang pisang maka laju reaksi akan semakin tinggi. Menurut Artati (2009), menyatakan bahwa semakin lama proses hidrolisis maka konversi glukosa yang didapatkan akan semakin besar dan pada saat batas waktu tertentu akan diperoleh hasil konversi yang baik, dan apabila waktu hidrolisis diperpanjang maka konversi glukosa yang diperoleh akan semakin kecil karena adanya proses degradasi gula sehingga dapat terbentuk produk samping seperti furfural.

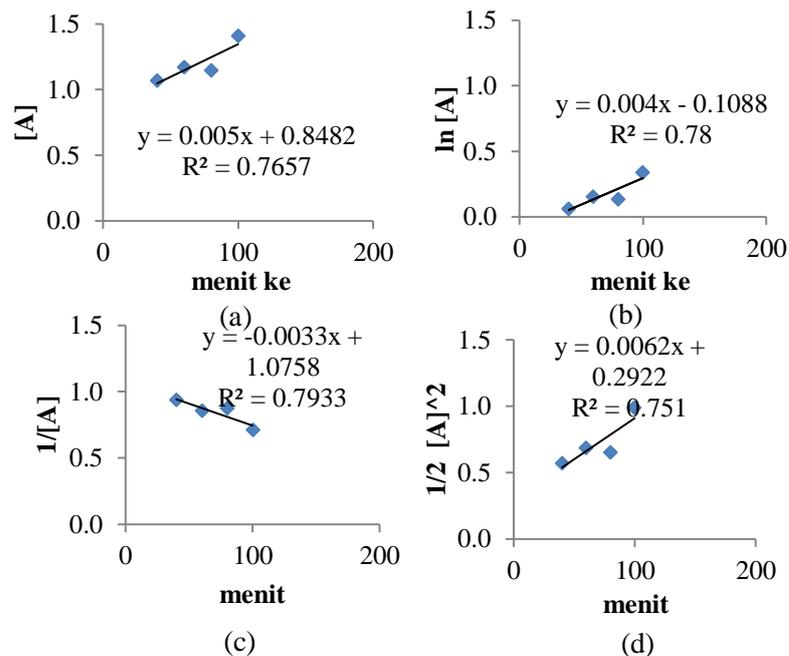
#### **4.6 Kinetika Reaksi Hidrolisis Glukosa pada Batang Pisang**

Kinetika reaksi menggambarkan kecepatan laju reaksi kimia terhadap suatu produk atau bagaimana reaksi itu terjadi dan kecepatan terjadinya reaksi. Kecepatan reaksi kimia dapat diketahui dengan mengembangkan suatu model persamaan yang menguji bahwa reaksi tersebut mengikuti tingkat atau orde beberapa yang dapat diperoleh suatu harga konstanta kecepatan laju reaksi (Dewati, 2010). Laju reaksi kimia adalah perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu. Orde reaksi dan konstanta laju reaksi ditentukan oleh waktu dan konsentrasi glukosa batang pisang. Pada penelitian ini menggunakan metode grafik yang diperoleh dari hubungan antara konsentrasi  $[A]$  (glukosa) dengan waktu hidrolisis dan metode substitusi diperoleh dari rumus persamaan reaksi orde.

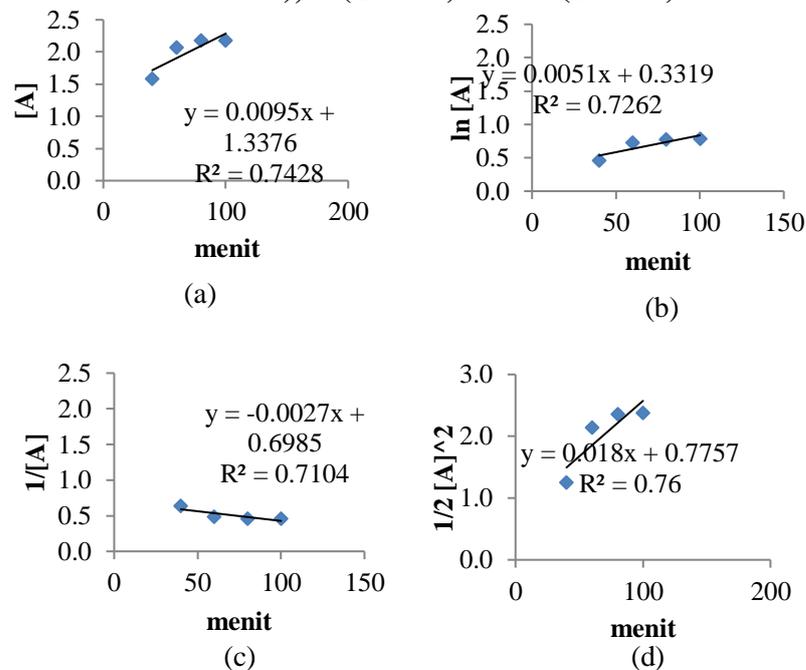
##### **4.6.1 Penentuan Orde Reaksi Hidrolisis Batang Pisang**

Penentuan orde reaksi pada hidrolisis glukosa batang pisang yaitu dilakukan dengan metode grafik dan metode substitusi. Penetapan orde reaksi dan konstanta

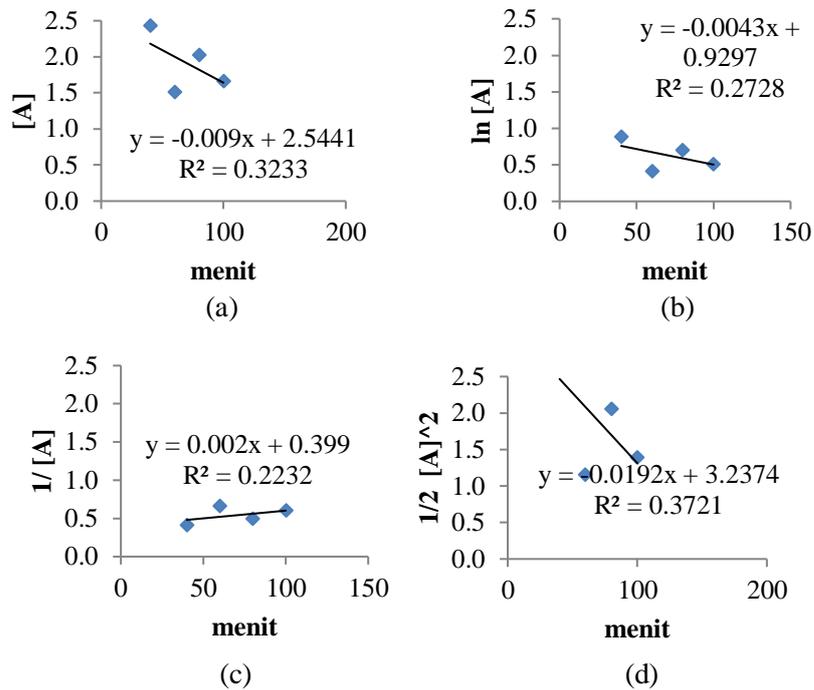
kecepatan reaksi ditentukan oleh waktu dan konsentrasi dari hidrolisis glukosa pada batang pisang. Data penentuan orde reaksi dapat dilihat pada tabel Lampiran 10, 11, 12, 13, maka diperoleh grafik orde reaksi 0, 1, 2 dan 3 dari berbagai suhu yang dapat dilihat pada Gambar 4.6; 4.7; 4.8; dan 4.9.



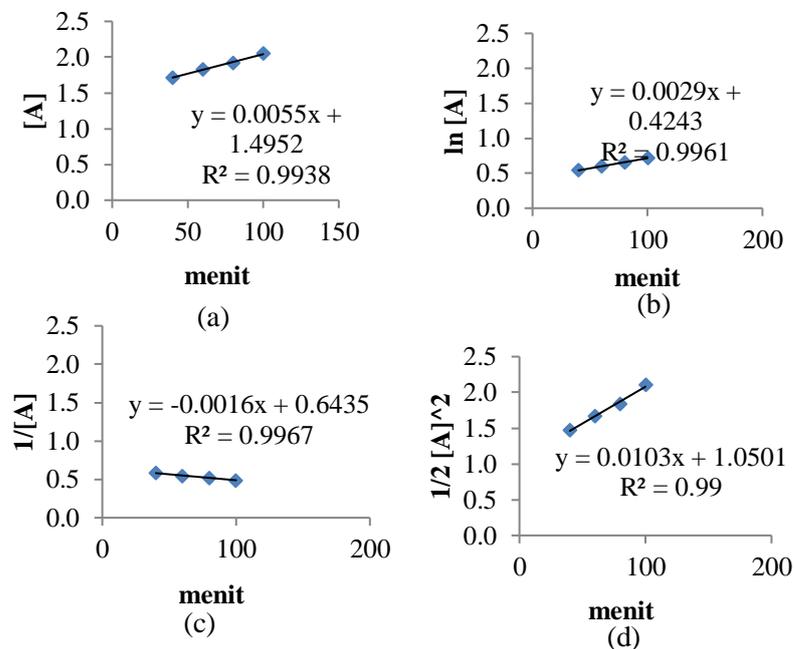
**Gambar 4.6 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 30°C a. (Orde 0), b. (Orde 1), c. (Orde 2) dan d. (Orde 3)**



**Gambar 4.7 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 50°C a. (Orde 0), b. (Orde 1), c. (Orde 2) dan d. (Orde 3)**



**Gambar 4.8 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 75°C a. (Orde 0), b. (Orde 1), c. (Orde 2) dan d. (Orde 3)**



**Gambar 4.9 Pengaruh Orde Reaksi pada Suhu 100°C a. (Orde 0), b. (Orde 1), c. (Orde 2) dan d. (Orde 3)**

Berdasarkan Gambar 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9 menunjukkan bahwa nilai orde reaksi hidrolisis glukosa pada batang pisang mengikuti orde reaksi dari berbagai suhu yaitu dari grafik suhu 30°C, 50°C persamaan orde reaksi mengikuti persamaan

orde 2 yang diperoleh dari nilai koefisien determinasi sebesar 0,793 dan 0,710 kemudian nilai orde reaksi pada suhu 75°C mengikuti persamaan orde 3 dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,372 dan suhu 100°C mengikuti persamaan orde 1 dengan nilai koefisien determinasi adalah 0,996. Nilai ini diperoleh dari nilai regresi yang mendekati 1. Akan tetapi beberapa penelitian mengenai hidrolisis glukosa menunjukkan bahwa nilai kinetika orde reaksi untuk hidrolisis glukosa mengikuti persamaan orde 1 dengan mengasumsikan bahwa konsentrasi glukosa [A] dengan laju reaksi akan semakin menurun seiring dengan perubahan waktu. Hal ini menunjukkan bahwa orde 2 dan orde 3 pada suhu 30°C, 50°C dan 75°C yang diperoleh dari penelitian ini dipengaruhi oleh variabel bebas yang tidak diperhatikan diawal proses preparasi sampel yang telah dijelaskan dipembahasan sebelumnya dan pengaruh analisis glukosa terhadap waktu dan suhu yang tidak stabil yang masih memerlukan waktu hidrolisis dimana dapat terlihat pada suhu 100°C sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai analisis glukosa dengan orde reaksi 1. Waktu sangat berpengaruh terhadap laju reaksi hal ini disebabkan jika waktu bertambah maka kesempatan bertumbukan antara zat-zat yang bereaksi akan semakin besar (Iryani, 2013)

#### 4.6.2 Konstanta Laju Reaksi (k) Hidrolisis Batang Pisang

Konstanta laju reaksi diperoleh dari pengaruh kemiringan nilai slope yang didapatkan pada persamaan orde reaksi. Konstanta laju reaksi adalah suatu perbandingan laju reaksi yang menyatakan semakin besar nilai k yang diperoleh maka laju reaksi pada hidrolisis batang pisang semakin cepat. Nilai konstanta laju reaksi hidrolisis glukosa pada batang pisang mengikuti metode substitusi yang dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5, 4.6, 4.7.

**Tabel 4.4 Nilai Konstanta Laju Reaksi Glukosa Suhu 30°C**

Waktu	Orde 1		Orde 2	
	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata
40	0,4124		0,0032	
60	0,1244	0,1711	0,0053	0,0047
80	0,1063		0,0034	
100	0,0412		0,0070	

**Tabel 4.5 Nilai Konstanta Laju Reaksi Glukosa Suhu 50°C**

Waktu	Orde 1		Orde 2	
	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata
40	0,0862		0,0237	
60	0,0474	0,0492	0,0265	0,0222
80	0,0350		0,0214	
100	0,0280		0,0172	

**Tabel 4.6 Nilai Konstanta Laju Reaksi Glukosa Suhu 75°C**

Waktu	Orde 1		Orde 2	
	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata
40	0,0684		0,0507	
60	0,0606	0,0493	0,0143	0,0237
80	0,0359		0,0192	
100	0,0326		0,0107	

**Tabel 4.7 Nilai Konstanta Laju Reaksi Glukosa Suhu 100°C**

Waktu	Orde 1		Orde 2	
	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata	k (m <sup>-1</sup> )	Rerata
40	0,0794		0,0284	
60	0,0505	0,0488	0,0213	0,0207
80	0,0368		0,0174	
100	0,0286		0,0156	

Berdasarkan data konstanta laju reaksi terhadap hidrolisis batang pisang yang diperoleh dari persamaan nilai orde satu dan orde dua menunjukkan nilai konstanta (k) pada masing-masing suhu sebesar  $1,7 \cdot 10^1$ ;  $4,92 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,93 \cdot 10^{-2}$  dan  $4,88 \cdot 10^{-2}$  menit<sup>-1</sup>. Konstanta laju reaksi batang pisang mengikuti nilai k terhadap orde 1 karena dapat dilihat nilai rerata konstanta laju reaksi pada orde satu lebih besar dari orde dua dimana sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi nilai k maka laju reaksi hidrolisis berjalan cepat dan merupakan laju reaksi dari penelitian ini.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Kadar glukosa yang diperoleh dari hidrolisis batang pisang menggunakan asam nitrat pada waktu 100 menit dari berbagai suhu 30°C, 50°C, 75°C dan 100°C sebesar 14,08%, 21,80%, 16,66% dan 20,51%.
2. Pengaruh variasi suhu dan waktu pada hidrolisis glukosa batang pisang adalah kadar glukosa yang diperoleh belum mencapai titik maksimum dalam artian suhu dan waktu yang digunakan masih cenderung belum stabil. Kecenderungan tersebut bersumber dari banyaknya variabel bebas yang tidak terkontrol seperti ukuran bahan, volume penambahan asam nitrat sebelum hidrolisis, ketidaksamaan antara suhu termometer dengan suhu selama pemanasan, waktu pemanasan belum mencapai waktu optimum, suhu yang digunakan dalam proses hidrolisis belum stabil dan proses tumbukan yang terjadi dalam sampel belum sempurna sehingga hasil hidrolisis yang dihasilkan masih belum stabil.
3. Nilai orde reaksi yang diperoleh dalam penelitian ini mengikuti persamaan orde 2. Kemudian nilai konstanta laju reaksi yang diperoleh dari pengaruh suhu dan waktu sebesar  $1,7 \cdot 10^1$ ,  $54,92 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,93 \cdot 10^{-2}$  dan  $4,88 \cdot 10^{-2} \text{ menit}^{-1}$ .

#### **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan pengembangan penelitian mengenai studi kinetika hidrolisis batang pisang dengan waktu pengambilan sampel hidrolisat yang lebih lama dengan kenaikan suhu menggunakan katalis homogen (asam nitrat, asam sulfat dan asam klorida) dan variasi konsentrasi katalis.
2. Perlu diperhatikan jenis variabel bebas yang berpengaruh pada penelitian seperti hari pelaksanaan hidrolisis sampel, ukuran bahan yang sesuai, pH larutan awal, proses pengadukan, serta kondisi suhu alat dan ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, M, R., 2013, Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif, *Skripsi*, FTI, Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional.
- Amin, S., 2017, Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) dengan Katalis Enzim  $\alpha$ -amilase dan Glukoamilase, *Laporan Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi, Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Apriyantono, A., Fardiaz D., Puspitasari N, L., dan Sedarnawati, 1989. *Analisis Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Press Bogor.
- Artati, E, K., Irvina, F., dan Fatimah., 2012, Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam Terhadap Kinetika Reaksi Hidrolisis Pelepah Pisang (*Musa Paradisiaca* L), *Jurnal Ekuilibrium*, 11(2), 73-77.
- Astrinia, A, D. dan Alfiana, A., 2013, Proses Hidrolisis Pati Talas Sente (*Alocasia Macrorrhiza*) menjadi Glukosa: Studi kinetika Reaksi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol 2, 253-260.
- BeMiller, J, N., dan Nielsen, S, S, 2003, Food Analysis, *Kluwer Academic/Plenum Publishers*, New York, 143(10).
- Chang, R., 2004, *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Dee, S, J., dan Bell, A, T., 2011, *A Study of the Acid-Catalyzed Hydrolysis of cellulose dissolved in Ionic Liquids and the factors Influencing the Dehydration of Glucose and the formation of Humins*. *ChemSusChem*, 1462, 1166-1173.
- Dewati, R., 2010, Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator  $H_2O_2$ , *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 10(1).
- Dewi, I., A., Azimmatul I., dan Susinggih W, 2018, *Optimization on Pulp Delignification from Nypa Palm (Nypa fruticans) Petioles Fibre of Chemical and Microbiological Methods*, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.187.
- Dewi, A. I., Ihwah, A., Setyawan, Y, H., Kurniasari, A, A, N., dan Ulfah, A., 2019, Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni, *Jurnal Sebatik*.1410-3737, 447-454.
- Dhamayanti, N., Tiwow, V, M, A., dan Nuryanti, S., 2018, Penentuan Kadar Protein dan Karbohidrat Pada Limbah Batang Pohon Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca Normalis*), *Jurnal Akademika Kimia*, 7(4), 168-172.

- Dinasari, A, A., dan A, Adhitasari, 2013, Proses Hidrolisa Pati Talas Sente (Alocasio Macrorria) menjadi Glukosa: Studi Kinetika Reaksi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol 2(2), 253-260.
- Dogra, S, K., 1990, *Physical Chemistry Through Problems*, diterjemahkan oleh: Umar, Mansyur. Jakarta; UI Press.
- Enny, K., Artati dan Andik, P, A., 2006, Pengaruh Konsentrasi Asam Terhadap Hidrolisis Pati Pisang, *Jurnal Ekuilibrium*, 5(1).
- Ermaiza., 2009, Pengaruh Jenis Polisakarida dalam Biji Pati Alpukat (Persea Americana Mill) Terhadap Kandungan Sirup Glukosa melalui Proses Hidrolisi dengan HCl 3%, *Laporan Skripsi*. FMIPA, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Giovanni, J., 2014, Variasi Waktu dan Enzim  $\alpha$ -amilase pada Hidrolisis Pati Sukun (Artocarpus altilis Park), *Skripsi*, Fakultas Teknobiologi, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Groggins, P, H., 1958, *Unit Process in Organic Synthesis*, Mc Graw Hill Book Campon, New York.
- Handayani, S., 2018, Pengaruh pH, Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa Tereduksi dari Limbah Biji Pati Alpukat dengan Metode Hidrolisis Asam. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Indra, B, K., dan Retno, D., 2010, Kinetika Reaksi Hidrolisa Pati dari Kulit Nangka dengan Katalisator Asam Klorida menggunakan Tangki Berpengaduk, Makalah Seminar Nasional. Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono, 1-9.
- Irmayanti, 2018, Kinetika Reaksi Hidrolisis Pati Talas (Colocasia esculenta) Menjadi Etanol dengan Cara Fermentasi, *Skripsi*. Makassar: Universitas Alauddin Makassar.
- Iryani, A, S., 2013, *Proses Hidrolisis Pati Dalam Ubi Kayu*, ILTEK, 8(15).
- Joksimovic, G., & Markovic, Z, 2007. Investigation of the Mechanism of Acidic Hydrolysis of Cellulose. *Acta Argiculture Serbica*, XII, 51-57.
- Kirk, R, E., and Othmer, D, F., 1951, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Interscience Incyclopedia Inc, New York, 5, 781-790.
- Kaleka, N., 2013, *Pisang-Pisang Komersial*, Solo: Penerbit ARCITA
- Mayang, P, A., Sari, P, R., dan Fathoni, R., 2019, Pembuatan Glukosa dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L*) dengan Proses Hidrolisis, *Jurnal*

*Integrasi Proses*, 8(1), hal 39-44.

- Medhat dan Ibrahim., 2006, *Analysis of The Structure and Vibrational Spectra of Glucose and Fructose, Electica*, 31(3), São Paulo: Ecl. Quim.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzaple, M., & Ladisch, M., (2005). *Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass*. *Bioresource Technology*, 96(6), 673-686. <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.025>.
- Muhaimin., 2018, *Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan dari Serat Daun Nanas*. *Jurnal Al-Kimia*, 6(1), 63-71.
- Ni Ketut Sari., 2009, *Pembuatan Bioetanol dari Rumput Gajah dengan Distilasi Batch*. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 8(3), 94-103.
- Nopriantina, N., dan Astuti., 2013, *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepeh Pisang Kepok (musa paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanika Material Komposit Poliester-Serat Alam*, *Jurnal Fisika Unand*, 2(3).
- Novi, Sylvia, Meriatna, dan Haslina., 2015, *Kinetika Hidrolisa Pati Pisang Kepok Menjadi Glukosa Menggunakan Katalis Asam Klorida*, Fakultas Teknik, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rahmawati, S., Suherman, A., Abram, H., P, 2020, *Kinetika Reaksi Pati Biji Alpukat (persea americana mill) dengan Katalis HCl*, *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 4,(1).
- Risnoyatiningsih, Sri., 2011, *Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning menjadi Glukosa secara Enzimatis*, *Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 417-424.
- Retno, D., W, dan Nuri., 2011, *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*, Yogyakarta: UPN Veteran.
- Situmorang, M., Simanjuntak, P. E., dan Silaen, D., 2010, *Pengembangan Metode Analisis Spektrofotometri Melalui Reaksi Enzimasi untuk Penentuan Glukosa di Dalam Buah-Buahan*.
- Siahaan, P., 1999, *Analisa Data Gas dengan Matchad: Penetapan Persamaan Keadaan dengan Fitting Parameter*, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 2(4).
- Silverstain, R. M., dan Bassler, G. C., 1967, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, edisi kedua, John Wiley dan Soncs, Inc., New York.
- Sun, Y., dan Cheng, J., 2002, *Hidrolisis Bahan Lignoselulosa untuk Produksi Etanol: Sebuah Tinjauan*. *Bioresour Teknolog*, 83(1), 1-11.

- Taherzadeh, MJ., dan Karimi, K., 2007, *Proses Hidrolisis Berbasis Asam untuk Etanol dari Bahan Lignoselulosa: Review. Sumber Daya Bio*, 2(3), 472-499.
- Tahid, 1994, *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier*, Bandung: Warta.
- Ulfana, P, D., 2010, *Kajian Proses Hidrolisis Asam Rumput Laut (Gracillaria salicornia dan sargassum sp.)*, Skripsi, Teknologi Hasil Pertanian, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wahyudi, J., Wibowo, W, A., Rais, Y, A., dan Kusumawardhani A. 2011, *Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia.
- Wiyantoko, B., Rusitasari, R., Putri, R. N., dan Muhaimin, 2017. *Identifikasi Glukosa Hasil Hidrolisis Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Visibel*, In Prosiding Seminar Nasional Kimia, FMIPA, Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wiyantoko, B., Rusitasari, R., Putri, RN, 2021. *Proses Hidrolisis Serat Daun Nanas Menggunakan Katalis Asam Sulfat, Asam Nitrat dan Bentonit. Bulletin Of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 16(3), 571-580.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1. Gambar Dokumentasi Penelitian



**Gambar 1 Batang Pisang setelah Proses Pengeringan**



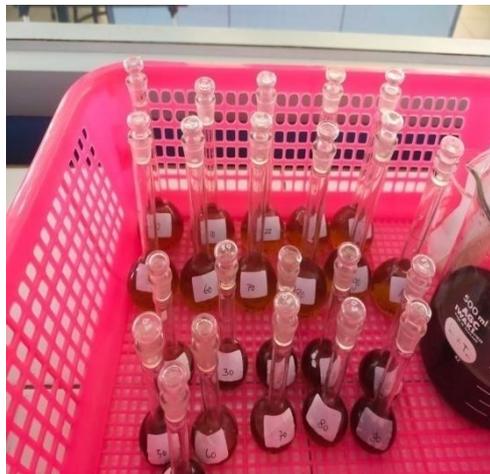
**Gambar 2. Proses Penghalusan Sampel Batang Pisang**



**Gambar 3. Proses Hidrolisis Sampel Batang Pisang**



**Gambar 4 Hidrolisat Batang Pisang**



**Gambar 5. Larutan Sampel Batang Pisang + Pereaksi Fenol dan Asam Sulfat**



**Gambar 6. Larutan deret Standar Glukosa**



**Gambar 7. Neraca Analitik**



**Gambar 8. Alat Spektrofotometer UV-Visible Single Beam**



**Gambar 9. Alat Spektro Infra Red**

## **Lampiran 2. Pembuatan Larutan**

### **1) Pembuatan Larutan HNO<sub>3</sub> 1 M**

- a. Asam nitrat memiliki valensi 1 yang berasal dari muatan ion H<sup>+</sup>



- b. Penentuan molaritas asam nitrat 65% ?

Diketahui :

Massa Jenis ( $\rho$ ) = 1,4 g/mL Kemurnian = 65%

Berat molekul = 63,01 g/mol

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} M \text{ HNO}_3 &= \frac{\rho \times 10 \times \%}{Mr} \\ &= \frac{1,4 \frac{g}{mL} \times 10 \times 65\%}{63,01 \text{ g/mol}} = 14,4 \text{ M} \end{aligned}$$

- c. Pembuatan larutan asam nitrat 1 M

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$14,4 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = 34,7 \text{ mL}$$

Jadi, volume yang dibutuhkan untuk membuat larutan asam nitrat 1 M sebesar 34,7 mL dalam labu ukur 500 mL.

- 2) **Pembuatan Larutan Fenol 5%**

$$5\% = \frac{\text{massa fenol (mg)}}{\text{volume labu (mL)}}$$

$$\frac{5 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{\text{massa fenol (g)}}{20 \text{ mL}}$$

$$\text{Massa fenol} = \frac{5 \text{ g} \times 20 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 1 \text{ g} \rightarrow 1000 \text{ mg}$$

- 3) **Pembuatan Larutan Induk Glukosa 0,1 mg/mL**

$$0,1 \text{ mg/mL} = \frac{\text{massa glukosa (mg)}}{\text{volume labu (mL)}}$$

$$\frac{0,1 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} = \frac{\text{massa glukosa (mg)}}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{Massa glukosa} = \frac{0,1 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} = 10 \text{ mg}$$

- a. **Pembuatan Larutan Deret Standar Glukosa**

- Konsentrasi 0 mg/mL

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mg/mL} \times V_1 = 0 \text{ mg/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 0 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 0,025 mg/mL

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mg/mL} \times V_1 = 0,025 \text{ mg/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 0,035 mg/mL

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mg/mL} \times V_1 = 0,035 \text{ mg/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 3,5 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 0,045 mg/mL

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mg/mL} \times V_1 = 0,045 \text{ mg/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 4,5 \text{ mL}$$

- Konsentrasi 0,07 mg/mL

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$0,1 \text{ mg/mL} \times V_1 = 0,07 \text{ mg/mL} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 7 \text{ mL}$$

### Lampiran 3. Data Penentuan Absorbansi standar glukosa

a. Panjang gelombang maksimal = 480 nm

Konsentrasi (mg/mL)	Absorbansi Terkoreksi
0,000	0,000
0,025	0,208
0,035	0,272
0,045	0,361
0,070	0,545

b. Perhitungan Koefisien Korelasi (r) glukosa

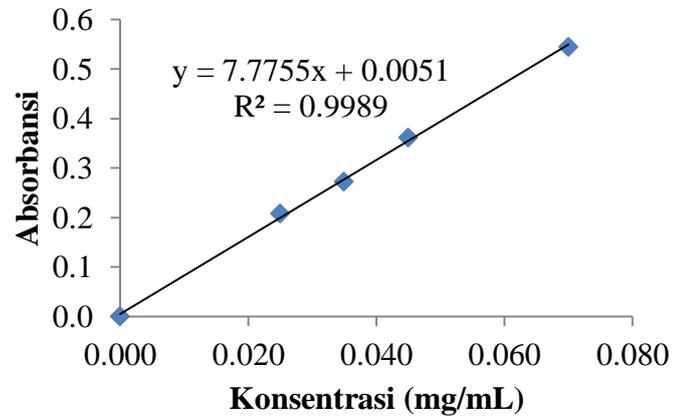
Konsentrasi (mg/mL) (x)	Absorbansi (y)	(x- X)	(x-X)^2	(y-Y)	(y-Y)^2	(XY)
0,000	0,000	-0,035	0,0012	-0,277	0,0768	0,0097
0,025	0,208	-0,010	0,0001	-0,069	0,0048	0,0007
0,035	0,272	0,000	0,0000	-0,005	0,0000	0,0000
0,045	0,361	0,010	0,0001	0,084	0,0070	0,0008
0,070	0,545	0,035	0,0012	0,268	0,0717	0,0094
<b>Σ= 0,035</b>	<b>Σ= 0,277</b>		<b>Σ= 0,0005</b>		<b>Σ= 0,0321</b>	<b>Σ= 0,0041</b>

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$$

$$r = \frac{0,0041}{\sqrt{0,0005} \sqrt{0,0321}}$$

$$r = \frac{0,0041}{(0,0230 \times 0,1791)} \quad r = \frac{0,0041}{0,0041} = 0,9994$$

**Lampiran 4. Grafik Kurva Kalibrasi Larutan Standar Glukosa**



**Lampiran 5. Data hasil hidrolisis batang pisang pada suhu 30 °C**

T (menit)	Absorbansi Terkoreksi
40	0,171
60	0,187
80	0,183
100	0,224

**Lampiran 6. Data hasil hidrolisis batang pisang pada suhu 50 °C**

T (menit)	Absorbansi Terkoreksi
40	0,251
60	0,327
80	0,343
100	0,344

**Lampiran 7. Data hasil hidrolisis batang pisang pada suhu 75 °C**

T (menit)	Absorbansi Terkoreksi
40	0,384
60	0,241
80	0,320
100	0,264

**Lampiran 8. Data hasil hidrolisis batang pisang pada suhu 100 °C**

T (menit)	Absorbansi Terkoreksi
40	0,272
60	0,289
80	0,303
100	0,324

Perhitungan konsentrasi sampel

$$Y = ax + b \quad FP = \frac{\text{Volume labu ukur}}{\text{volume pipet}} = \frac{25 \text{ mL}}{0,5 \text{ mL}} = 50$$

$$Y = 775x + 0,005$$

Diasumsikan penentuan konsentrasi glukosa pada suhu 30 °C dimenit ke-40

$$X = \frac{Y-B}{A} \rightarrow x = \frac{0,171-0,005}{775} = 0,0214 \text{ mg/ml} \times 50$$

$$X = 1,0675 \text{ mg/mL}$$

**Lampiran 9. Data Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Hidrolisis Batang Pisang**

Waktu (menit)	[Glukosa] mg/mL			
	30°C	50°C	75°C	100°C
40	1,0675	1,5820	2,4373	1,7170
60	1,1704	2,0707	1,5177	1,8264
80	1,1447	2,1736	2,0257	1,9164
100	1,4084	2,1801	1,6656	2,0514

**Lampiran 10. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 30°C**

Waktu	Suhu 30 °C			
	[A]	ln[A]	1/[A]	1/2[A]^2
40	1,0675	0,0653	0,9368	0,5698
60	1,1704	0,1573	0,8544	0,6849
80	1,1447	0,1351	0,8736	0,6552
100	1,4084	0,3425	0,7100	0,9918

**Lampiran 11. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 50°C**

Waktu	Suhu 50 °C			
	[A]	ln[A]	1/[A]	1/2[A]^2
40	1,5820	0,4587	0,6321	1,2514
60	2,0707	0,7279	0,4829	2,1439
80	2,1736	0,7764	0,4601	1,3623
100	2,1801	0,7794	0,4587	2,3764

**Lampiran 12. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 75°C**

Waktu	Suhu 75 °C			
	[A]	ln[A]	1/[A]	1/2[A]^2
40	2,4373	0,8909	0,4103	2,9702
60	1,5177	0,4172	0,6589	1,1517
80	2,0257	0,7059	0,4937	2,0517
100	1,6656	0,5102	0,6004	1,3871

**Lampiran 13. Data Kinetika Kimia Hidrolisis Suhu 100°C**

Waktu	Suhu 100 °C			
	[A]	ln[A]	1/[A]	1/2[A]^2
40	1,7170	0,5406	0,5824	1,4740
60	1,8264	0,6023	0,5475	1,6679
80	1,9164	0,6504	0,5218	1,8363
100	2,0514	0,7185	0,4875	2,1041

**a. Penentuan Konstanta Kecepatan Reaksi Metode Substitusi Orde 1 pada Suhu 30 °C**

$$\text{Persamaan rumus : } \ln [A] = -kt + [A]$$

Jika disubsitusikan;

$$\frac{[A]}{\ln [A]} = k \cdot t \quad \rightarrow \quad \frac{[1,0675]}{0,0653} = k \cdot 40 \text{ menit}$$

$$16,3476 = k \cdot 40 \text{ menit}$$

$$k = \frac{16,3476}{40 \text{ menit}} = \mathbf{0,4124 \text{ menit}^{-1}}$$

**b. Penentuan Konstanta Kecepatan Reaksi Metode Substitusi Orde 2 pada Suhu 30°C**

$$\text{Persamaan rumus : } \frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

Jika disubsitusikan;

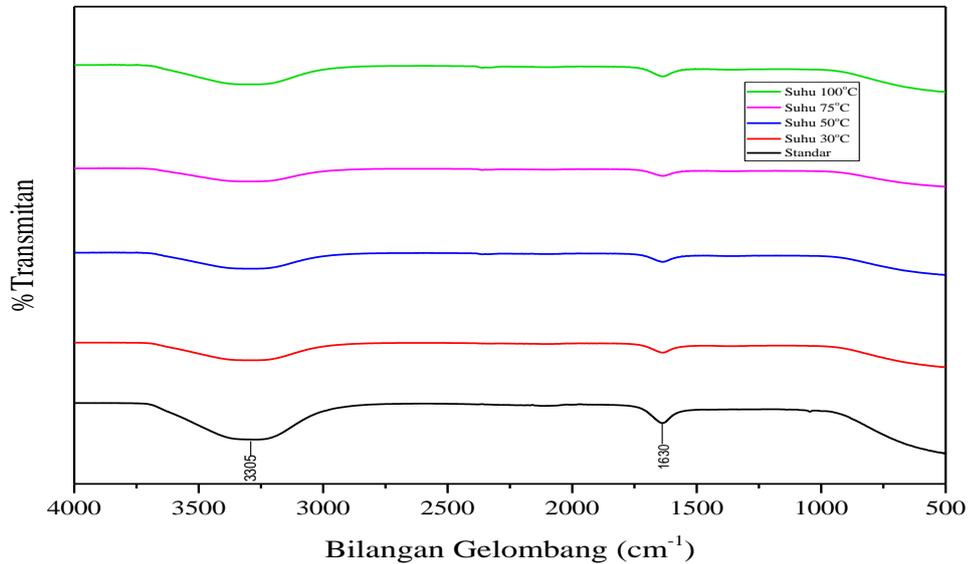
$$[A] - 1/[A] = k \cdot t$$

$$[1,0668] - 1/[0,9368] = k \cdot 40 \text{ menit}$$

$$-0,1294 = k \cdot 40 \text{ menit}$$

$$k = \frac{-0,1294}{40 \text{ menit}} = 0,0032 \text{ menit}^{-1}$$

**Lampiran 14. Spektra infra merah glukosa standar dan spektra glukosa hasil hidrolisis batang pisang.**



**Lampiran 15. Tabel Pita Serapan IR pada Larutan Standar Glukosa**

Peak (cm <sup>-1</sup> )	Intensitas (%T)
329,83	76,75
341,40	82,52
378,05	74,45
1637,56	71,20
3298,28	47,67
3305,99	47,70
3329,14	47,89

**Lampiran 16. Tabel Pita Serapan IR Pada Sampel Batang Pisang**

Peak (cm <sup>-1</sup> )	Intensitas (%T)
324,04	81,27
335,61	78,40
1631,78	70,41
1639,49	70,32
3298,28	47,96
3325,28	48,05
3340,71	48,22

**Lampiran 17. Tabel Korelasi Pita Serapan Infra Merah**

<b>Gugus</b>	<b>Senyawa</b>	<b>Frekuensi (cm<sup>-1</sup>)</b>
C-H	Alkana	3000-2850
	-CH <sub>3</sub>	1450-1375
	-CH <sub>2</sub>	1465
	Alkena	3100-3000
	Aromatik	3150-3050
	Alkuna	±3300
	Aldehida	2900-2700
C-C	Alkana (not interpretatively useful)	
C=C	Alkena	1680-1600
	Aromatik	1600-1475
C≡C	Alkuna	2250-2100
C=O	Aldehida	1740-1720
	Keton	1725-1705
	Asam karboksilat	1725-1700
	Ester	1750-1730
	Amida	1670-1640
	Anhidrida	1810-1760
	Klorida asam	1800
	Alkohol, Eter, Ester, asam karboksilat, anhidrida	1300-1000
O-H	Alkohol, fenol	3650-3600
	- Bebas	
	- Ikatan H	3500-3200
N-H	- Asam Karboksilat	3400-2400
	Amida primer dan sekunder, amina	3500-3100
C-N	Amina	1350-1000
C=N	Imina dan oksim	1690-1640
C≡N	Nitril	2260-2240
X=C=Y	Allena, Keten, Isosianat,	2270-1950
	Isotiosianat	
N=O	Nitro (R-NO <sub>2</sub> )	1550-1350
S-H	Markaptan	2550
S=O	sulfoksida	1050
	Sulfon, Sulfonil klorida	1375-1300
	Sulfat, sulfonamida	1200-1140
C-X	Fluorida	1400-1000
	Klorida	800-600
	Bromida, iodida	<667