

LAPORAN HASIL PENELITIAN
KINETIKA REAKSI HIDROLISIS SELULOSA TANGKAI DAN TULANG
DAUN PISANG MENJADI GLUKOSA DENGAN KATALIS ASAM
SULFAT (H_2SO_4)



DISUSUN OLEH:

MAIMUNAH NURUL AISYA (21031010119)

FIRA ARDIANI (21031010131)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"KINETIKA REAKSI HIDROLISIS SELULOSA TANGKAI DAN
TULANG DAUN PISANG MENJADI GLUKOSA DENGAN KATALIS
ASAM SULFAT (H_2SO_4)"**

DISUSUN OLEH:

FIRA ARDIANI

NPM. 21031010131

Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji

Pada tanggal: 4 Juni 2025

Dosen Penguji:

1.

Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001

Dosen Pembimbing:

Ir. Titi Susilowati, M.T.
NIP. 19600801 198703 2 008

2.

Ir. Ketut Sumada, M.S.
NIP. 19620118 198803 1 001

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fira Ardiani
NPM : 21031010131
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains
Judul Skripsi : Kinetika Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Menjadi Glukosa Dengan Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4)

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 12 Juni 2025



Fira Ardiani
NPM. 21031010131

KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: 1. Maimunah Nurul Aisya NPM. 21031010119
2. Fira Ardiani NPM. 21031010131
Jurusan: Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi*) Proposal/Skripsi/Kerja Praktek, dengan
Judul:

**“KINETIKA REAKSI HIDROLISIS SELULOSA TANGKAI DAN
TULANG DAUN PISANG MENJADI GLUKOSA DENGAN KATALIS
ASAM SULEAT (H_2SO_4)”**

Surabaya, 4 Juni 2025

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T.
NIP. 19660621 199203 2 001

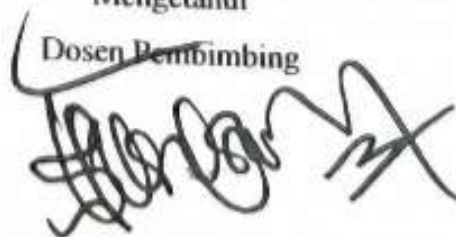

(.....)

2. Ir. Ketut Sumada, M.S.
NIP. 19620118 198803 1 001


(.....)

Mengetahui

Dosen Pembimbing



Ir. Titi Susilowati, M.T.

NIP. 19600801 198703 2 008

INTISARI

Tangkai dan tulang daun pisang merupakan limbah lignoselulosa yang kaya akan selulosa, namun masih jarang dimanfaatkan. Masyarakat menganggap bahwa limbah tangkai dan tulang daun pisang merupakan limbah yang tidak dapat digunakan dan biasanya dibakar atau dibuang. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinetika reaksi hidrolisis selulosa dari tiga jenis pisang (kepok, susu, dan raja) menjadi glukosa dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis. Variabel yang diteliti adalah suhu ($70-110^{\circ}C$) dan waktu reaksi (20, 40, 60, 80, 100 menit). Data kinetika dianalisis menggunakan Shrinking Core Model untuk menentukan langkah kontrol reaksi dan konstanta laju reaksi, dan perhitungan energi aktivasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan Arrhenius. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu optimum hidrolisis pada tangkai dan tulang daun pisang kepok, susu, raja adalah $110^{\circ}C$ dan waktu optimum adalah 100 menit, dengan konversi glukosa tertinggi diperoleh dari hidrolisis bonggol dan pelepah pisang kepok sebesar 93,29%, dilanjut oleh jenis pisang raja sebesar 91,42%, dan terakhir pisang susu sebesar 87,96%. Langkah kontrol reaksi adalah difusi lapisan film pada ketiga jenis pisang (kepok, susu, raja). Energi aktivasi tertinggi yang diperoleh adalah 16.445 kJ/mol pada proses hidrolisis selulosa tangkai dan tulang daun pisang kepok. Proses hidrolisis pada tangkai dan tulang daun pisang kepok, susu, raja mengikuti orde reaksi satu semu (*pseudo first order*). Penelitian ini menunjukkan potensi limbah pisang sebagai sumber glukosa, dan model kinetika reaksi yang diperoleh dapat memberikan dasar ilmiah untuk merancang proses dalam skala yang lebih besar atau pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: Tangkai dan Tulang Daun Pisang, Hidrolisis Selulosa, Glukosa, Kinetika Reaksi, Difusi Film

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian yang berjudul “Kinetika Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Menjadi Glukosa dengan Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4)”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan mahasiswa Teknik Kimia di Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan laporan penelitian ini tidak dapat dilakukan tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
3. Ibu Ir. Titi Susilowati, M.T. selaku dosen pembimbing penelitian
4. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T. selaku dosen penguji penelitian
5. Bapak Ir. Ketut Sumada, M.S. selaku dosen penguji penelitian
6. Orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungan baik secara moral maupun materil

Penyusun menyadari bahwa laporan hasil penelitian ini terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat memperbaiki laporan penelitian ini. Akhir kata semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Hormat kami,

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan.....	5
I.3 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Tinjauan Umum	6
II.1.1 Pelepah/Tangkai Daun (Petiole) Pisang	6
II.1.2 Taksonomi Pisang	8
II.1.3 Kandungan Tangkai dan Tulang Daun Pisang	8
II.1.4 Selulosa	9
II.1.5 Proses Hidrolisis.....	12
II.1.6 Katalis	14
II.1.7 Glukosa	15
II.1.8 Standar Kualitas Glukosa Cair.....	16
II.1.9 Faktor yang Mempengaruhi Hidrolisis	18
II.2 Landasan Teori.....	19
II.2.1 Hidrolisis Selulosa	19
II.2.2 Kinetika Reaksi	20
II.2.3 Faktor yang Mempengaruhi pada Kecepatan Reaksi.....	23
II.3 Hipotesis	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
III.1 Waktu dan Tempat.....	27
III.2 Bahan	27

III.3	Alat	27
III.4	Rangkaian Alat	28
III.5	Kondisi yang Dijalankan	30
III.5.1	Peubah yang Ditetapkan	30
III.5.2	Peubah yang Dijalankan	30
III.6	Prosedur Percobaan	30
III.6.1	Persiapan Sampel (Muhlbauer, 2020)	30
III.6.2	Proses Delignifikasi (Knabner, 2014)	31
III.6.3	Proses Hidrolisis (Naiheli, 2024)	31
III.6.4	Proses Netralisasi (Huang, 2013)	31
III.6.5	Analisa Kadar Glukosa (Febriyanti, 2022)	32
III.7	Diagram Alir	33
III.7.1	Persiapan Sampel (Muhlbauer, 2020)	33
III.7.2	Proses Delignifikasi (Knabner, 2014)	34
III.7.3	Proses Hidrolisis (Naiheli, 2024)	35
III.7.4	Proses Netralisasi (Huang, 2013)	36
III.7.5	Analisa Kadar Glukosa (Febriyanti, 2022)	36
BAB IV	IIASIL DAN PEMBAHASAN	37
IV.1	Hasil Uji Serbuk Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok, Susu, dan Raja Sebelum dan Setelah Delignifikasi	37
IV.2	Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Terhadap Konversi Reaksi dan Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang	39
IV.2.1	Pengaruh Variasi Suhu pada Berbagai Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang	39
IV.2.2	Pengaruh Variasi Suhu pada Berbagai Waktu Hidrolisis Terhadap Konversi Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang	41
IV.2.3	Penentuan Suhu dan Waktu Optimum Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang	47
IV.3	Penentuan Langkah Pengendali Hidrolisis Selulosa	51

IV.3.1 Penentuan Langkah Pengendali pada Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	51
IV.3.2 Penentuan Langkah Pengendali pada Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	59
IV.3.3 Penentuan Langkah Pengendali pada Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja.....	67
IV.4 Penentuan Orde Reaksi Hidrolisis Selulosa	76
IV.4.1 Penentuan Orde Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	76
IV.4.2 Penentuan Orde Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	82
IV.4.3 Penentuan Orde Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	93
V.1 Kesimpulan	93
V.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	95
APPENDIX	101
LAMPIRAN	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Morfologi Pohon Pisang (Lu, 2002 and Champion, 1963)	6
Gambar II. 2 Petiole/Tangkai dan Midrib/Tulang Daun Pisang (Champion, 1963 and De Langhe, 1961)	7
Gambar II. 3 Macam-Macam Bentuk Tangkai dan Tulang Daun Pisang (Dwivany, 2020)	7
Gambar II. 4 Struktur Alpha Cellulosa	11
Gambar II. 5 Struktur Betha Cellulose	11
Gambar II. 6 Prinsip Kerja Katalis (Khadafi, 2023)	14
Gambar II. 7 Profil Perubahan Partikel Berdasarkan Model Shrinking Core Model (Levenspiel, 1999)	21
Gambar II. 8 Grafik Hubungan antara $1/T$ dengan $\ln k$	23
Gambar II. 9 Grafik Hubungan Suhu dengan Konstanta Laju Reaksi Berdasarkan Hukum Arrhenius (Levenspiel, 1999)	24
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Delignifikasi	28
Gambar III. 2 Rangkaian Alat Hidrolisis	29
Gambar III. 3 Diagram Alir Persiapan Sampel	33
Gambar III. 4 Diagram Alir Proses Delignifikasi Sampel	34
Gambar III. 5 Diagram Alir Proses Hidrolisis	35
Gambar III. 6 Diagram Alir Proses Netralisasi	36
Gambar III. 7 Diagram Alir Analisa Kadar Glukosa	36
Gambar IV.2. 1 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Asam Pada Selulosa (Fengel, 1995)	42
Gambar IV.2. 2 Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Nilai Konversi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok, Susu, dan Raja pada Suhu 110°C	44
Gambar IV.2. 3 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Asam Pada Selulosa (Fengel, 1995)	45

Gambar IV.2. 4 Pengaruh Suhu Hidrolisis Terhadap Nilai Konversi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok, Susu, Raja Pada Waktu 100 Menit.....	46
Gambar IV.2. 5 Response Surface Hubungan antara Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Konversi Reaksi Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok ..	47
Gambar IV.2. 6 Response Surface Hubungan antara Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Konversi Reaksi Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu.....	48
Gambar IV.2. 7 Response Surface Hubungan antara Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Konversi Reaksi Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	49
Gambar IV.3. 1 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Difusi Film pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	53
Gambar IV.3. 2 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Lapisan Abu pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	54
Gambar IV.3. 3 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Reaksi Kimia pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	55
Gambar IV.3. 4 Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	57
Gambar IV.3. 5 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Difusi Film pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	61
Gambar IV.3. 6 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah	62
Gambar IV.3. 7 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Reaksi Kimia pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	63
Gambar IV.3. 8 Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	65

Gambar IV.3. 9 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Difusi Film pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	69
Gambar IV.3. 10 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Lapisan Abu pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	70
Gambar IV.3. 11 Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Hidrolisis Terhadap Langkah Pengendali Reaksi Kimia pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	71
Gambar IV.3. 12 Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	73
Gambar IV.4. 1 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai C_A Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Reaksi Nol (0)	77
Gambar IV.4. 2 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Reaksi Satu	79
Gambar IV.4. 3 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $1/C_A$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Reaksi Dua	81
Gambar IV.4. 4 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai C_A Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Reaksi Nol	83
Gambar IV.4. 5 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Reaksi Satu	84
Gambar IV.4. 6 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $1/C_A$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Reaksi Dua	86

Gambar IV.4. 7 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai C_A Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Reaksi Nol	88
Gambar IV.4. 8 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Reaksi Satu.....	90
Gambar IV.4. 9 Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Nilai $1/C_A$ Pada Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Reaksi Dua	92

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbedaan Hidrolisis Enzimatis, Asam Encer dan Asam Pekat.....	13
Tabel II. 2 Standar Mutu Glukosa Cair.....	17
Tabel IV.1. 1 Hasil Uji Serbuk Tangkai dan Tulang Daun Pisang (Raja, Susu, Kepok) Sebelum dan Setelah Delignifikasi	37
Tabel IV.2. 1 Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang.....	39
Tabel IV.2. 2 Konversi Reaksi Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang	41
Tabel IV.3. 1 Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis terhadap Nilai k.t pada Langkah yang Dapat Mengendalikan Proses Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok	51
Tabel IV.3. 2 Data Nilai k pada Berbagai Suhu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok.....	57
Tabel IV.3. 3 Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis terhadap Nilai k.t pada Langkah yang Dapat Mengendalikan Proses Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu.....	59
Tabel IV.3. 4 Data Nilai k pada Berbagai Suhu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu	64
Tabel IV.3. 5 Pengaruh Suhu dan Waktu Hidrolisis terhadap Nilai k.t pada Langkah yang Dapat Mengendalikan Proses Hidrolisis Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja	67
Tabel IV.3. 6 Data Nilai k pada Berbagai Suhu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja.....	73
Tabel IV.4. 1 Data Nilai C_A Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Nol.....	76
Tabel IV.4. 2 Data Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Satu...	78

Tabel IV.4. 3 Data Nilai $1/C_A$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Kepok untuk Penentuan Orde Dua.....	80
Tabel IV.4. 4 Data Nilai C_A Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Nol	82
Tabel IV.4. 5 Data Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Satu.....	84
Tabel IV.4. 6 Data Nilai $1/C_A$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Susu untuk Penentuan Orde Dua	85
Tabel IV.4. 7 Data Nilai C_A Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Nol.....	87
Tabel IV.4. 8 Data Nilai $-\ln(1-X_A)$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Satu	89
Tabel IV.4. 9 Data Nilai $1/C_A$ Pada Berbagai Suhu dan Waktu Hidrolisis Selulosa Tangkai dan Tulang Daun Pisang Raja untuk Penentuan Orde Dua.....	91