

**KINETIKA REAKSI DELIGNIFIKASI CAMPURAN TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT DAN PELEPAH PISANG
SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN *PULP*
MENGUNAKAN ALAT *DIGESTER***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

**AZARIA HIKMAH FAJRIANTI
0617 4042 1538**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KINETIKA REAKSI DELIGNIFIKASI CAMPURAN TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT DAN PELEPAH PISANG
SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN PULP
MENGUNAKAN ALAT *DIGESTER***

OLEH:

AZARIA HIKMAH FAJRIANTI
0617 4042 1538

Menyetujui,
Pembimbing I,



Indah Purnamasari, S.T., M.Eng.
NIDN 0027038701

Palembang, Agustus 2021

Pembimbing II,



Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T.
NIDN 0009076106

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Jaksen M. Amin, M.Si.
NIP 196209041990031002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139
Telp.0711-353414. Fax 355918. Email: kimia@polstri.ac.id

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV - Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 29 bulan Juli tahun 2021**

Tim Penguji:

1. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.
NIDN 0004096265
2. Ir. Mustain, M.Si.
NIDN 0018066113
3. Ir. Erwana Dewi, M.Eng.
NIDN 0014116008

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Agustus 2021
Mengetahui,
Koordinator Program Diploma IV
Prodi Teknologi Kimia Industri



Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP 196607121993031003



ABSTRAK

KINETIKA REAKSI DELIGNIFIKASI CAMPURAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN PELEPAH PISANG SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN *PULP* MENGGUNAKAN ALAT *DIGESTER*

Azaria Hikmah Fajrianti 2021, 44 Halaman, 9 Tabel, 10 Gambar, 4 Lampiran

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bagi produk-produk yang berbasis selulosa seperti *pulp* dan kertas. Upaya untuk mengurangi limbah padat lainnya yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah pelepah pisang (*Musa paradisiaca L.*). Delignifikasi adalah suatu proses yang sangat penting dalam pembuatan *pulp* kertas, sebab kadar lignin yang tinggi dalam suatu bahan akan turut mempengaruhi kondisi pemasakan yang diperlukan untuk menyempurnakan proses pemutusan lignin. Hal ini tentu sangat terkait dengan kualitas kertas yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh waktu pemasakan dan temperatur pemasakan terhadap penurunan kadar lignin, menentukan orde reaksi delignifikasi campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan pelepah pisang dalam pembuatan *pulp*, serta menentukan pengaruh temperatur pemasakan terhadap konstanta kecepatan reaksi menggunakan persamaan Arrhenius. Parameter yang diukur untuk analisa kadar lignin meliputi temperatur pemasakan, dan waktu pemasakan. Untuk variasi temperatur pemasakan parameter yang diukur adalah 90°C, 100°C, 110°C, dan 120°C; untuk variasi waktu pemasakan parameter yang diukur adalah menggunakan perlakuan selama 60, 75, 90, 105, dan 120 menit. Pada penelitian ini menggunakan komposisi sample dengan perbandingan (2 Tandan Kosong Kelapa Sawit : 1 pelepah pisang) dengan konsentrasi pelarut NaOH yang digunakan yaitu 9%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengaruh waktu pemasakan dan temperatur pemasakan terhadap kadar lignin yaitu dimana semakin lama waktu pemasakan dan semakin tinggi temperatur pemasakan, maka semakin rendah kandungan lignin *pulp* yang dihasilkan, dengan bertambahnya waktu pemasakan serta meningkatnya temperatur pemasakan, jumlah lignin yang terlarut dalam cairan pemasak akan lebih banyak. Orde reaksi delignifikasi campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan pelepah pisang dalam pembuatan *pulp* yang didapat mengikuti reaksi orde tiga, karena pada reaksi orde tiga ini nilai k pada berbagai temperatur pemasakan lebih besar dan sudah baik daripada reaksi orde nol, reaksi orde satu maupun reaksi orde dua. Nilai konstanta kecepatan reaksi yang didapat yaitu $k = 361826,1907.e^{\frac{0,2061872}{T}}$.

Kata Kunci: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), pelepah pisang, lignin, orde reaksi, konstanta kecepatan reaksi

ABSTRACT

DELIGNIFICATION REACTION KINETICS OF A MIXTURE OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES AND BANANA STEM AS A RAW MATERIAL FOR MAKING PULP USING DIGESTER TOOL

Azaria Hikmah Fajrianti 2021, 44 Pages, 9 Tables, 10 Pictures, 4 Appendices

Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) can be used as raw material for cellulose-based products such as pulp and paper. Another effort to reduce solid waste that is underutilized by the community is banana stem (Musa paradisiaca L.). Delignification is a very important process in the manufacture of paper pulp, because high lignin content in a material will also affect the cooking conditions needed to complete the lignin breaking process. This is of course closely related to the quality of the paper produced. This study aims to determine the effect of cooking time and cooking temperature on reducing lignin content, determine the order of the delignification reaction of a mixture of Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) and banana stem in pulping, and determine the effect of cooking temperature on the reaction rate constant using the Arrhenius equation. Parameters measured for lignin content analysis include cooking temperature and cooking time. For variations in cooking temperature, the parameters measured were 90°C, 100°C, 110°C, and 120°C; For variations in cooking time, the parameters measured were using treatments for 60, 75, 90, 105, and 120 minutes. In this study, the composition of the sample was used in a comparison (2 Oil Palm Empty Fruit Bunches: 1 banana stem) and the concentration of NaOH solvent used was 9%. Based on the results of research that has been carried out, the effect of cooking time and cooking temperature on lignin content is where the longer the cooking time and the higher the cooking temperature, the lower the lignin content of the pulp produced, with increasing cooking time and increasing cooking temperature, the amount of lignin dissolved in the cooking liquid will be more. The order of the delignification reaction of a mixture of Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) and banana stem in the manufacture of pulp obtained follows a third reaction order, because in this third reaction order the value of k at various cooking temperatures is greater and is better than the zero reaction order, the first reaction order and the second reaction order. The value of the reaction rate constant obtained is $k = 361826,1907.e^{\frac{0,2061872}{T}}$.

Keywords: *Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB), banana stem, lignin, reaction order, reaction rate constant*

MOTTO

Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.

(Buya Hamka)

Don't quit. Suffer now and live the rest of your life as a champion.

(Muhammad Ali)

You can't go back and change the beginning, but you can start where you are and change the ending.

(C.S. Lewis)

When things get hard, stop for awhile and look back and see how far you've come. Don't forget how rewarding it is. You are the most beautiful flower, more than anyone else in this world.

(Kim Taehyung, BTS)

Sesulit apapun jalannya, jangan pernah berfikir untuk menyerah. Karena, kamu tidak akan tahu apa yang sedang menantimu di ujung perjuangan nanti.

(Anonim)

If we had perfect power to determine our destinies, and perfect vision to see the future and know what is best for us, we would choose exactly the fate that Allah has chosen for us.

(Imam Al-Ghazali)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir (TA) dengan judul **“Kinetika Reaksi Delignifikasi Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang sebagai Bahan Baku Pembuatan Pulp Menggunakan Alat *Digester*”**. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Kimia, Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis bisa menerapkan semua ilmu yang di dapat semasa kuliah pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos RS, S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Muhammad Taufik, M.Si., selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Indah Purnamasari, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si., selaku Pembimbing Akademik KIA Angkatan 2017 Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

10. Seluruh staf dosen dan staf administrasi Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. Seluruh kasie laboratorium dan teknisi laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
12. Orangtua, keluarga dan saudara penulis yang selalu memberikan doa dan dukungannya baik dukungan moril maupun materil untuk keberhasilan penulis.
13. Pak Widodo beserta rekan lain yang telah membantu dalam pembuatan alat *digester* dan pengering tipe *tray*.
14. Bapak dan Ibu Nyayu Fia Atindu yang telah bersedia menyumbangkan pelepah pisang dan ikut membantu proses preparasi sampelnya.
15. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir, Ayu, Nyayu, Rara, Ridho, Sari dan Umi yang telah bahu-membahu kerjasama kelompok dari sebelum, selama, dan sesudah penelitian berlangsung.
16. Seluruh teman-teman kelas KIA 2017 dan teman-teman lain yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
17. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna dan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran pembaca sebagai masukan yang bersifat membangun dan upaya untuk memperbaiki kualitas dari Laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga penelitian yang dilakukan dan Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak di masa yang akan datang.

Palembang, Juli 2021

Penulis,

Azaria Hikmah Fajrianti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Perumusan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.2 Pelepah Pisang	5
2.3 <i>Pulp</i>	6
2.3.1 Pengelompokkan <i>Pulp</i>	9
2.3.2 Proses Pembuatan <i>Pulp</i>	10
2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan <i>Pulp</i>	13
2.4 <i>Digester</i>	14
2.4.1 Jenis <i>Digester</i>	14
2.5 Delignifikasi	16
2.5.1 Klasifikasi Delignifikasi	17
2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Delignifikasi	19
2.6 Kinetika Reaksi	19
2.6.1 Kinetika Kimia	19
2.6.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi	20
2.6.3 Definisi Laju Reaksi	22
2.6.4 Penentuan Orde Reaksi Secara Grafis	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	26
3.2 Alat dan Bahan	26
3.2.1 Alat-Alat yang digunakan	26
3.2.2 Bahan-Bahan yang digunakan	27

3.3 Perlakuan dan Rancang Percobaan	27
3.3.1 Variabel Tetap	27
3.3.2 Variabel Bebas	27
3.3.3 Variabel Terikat.....	28
3.4 Pengamatan	28
3.5 Prosedur Penelitian.....	28
3.5.1 Prosedur Percobaan Pembuatan <i>Pulp</i>	28
3.5.2 Pengujian Kadar Lignin (Metode Klason SNI 0492:2008).....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil	32
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Pengaruh Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Kadar Lignin (%)	34
4.2.2 Menentukan Orde Reaksi	35
4.2.3 Pengaruh Temperatur Pemasakan terhadap Konstanta Kecepatan Reaksi.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi Kimia dan Fisika Tandan Kosong Kelapa Sawit	5
2.2 Kandungan Pelepah Pisang	7
2.3 Standar Kualitas <i>Pulp</i>	9
4.1 Data Hasil Analisa Kadar Lignin (%).....	32
4.2 Data Hasil Perhitungan Reaksi Orde Nol pada Berbagai Temperatur Pemasakan.....	32
4.3 Data Hasil Perhitungan Reaksi Orde Satu pada Berbagai Temperatur Pemasakan.....	33
4.4 Data Hasil Perhitungan Reaksi Orde Dua pada Berbagai Temperatur Pemasakan.....	33
4.5 Data Hasil Perhitungan Reaksi Orde Tiga pada Berbagai Temperatur Pemasakan.....	33
4.6 Data Nilai k Mengikuti Reaksi Orde Tiga pada Berbagai Temperatur Pemasakan.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.2 Pelepah Pisang	6
2.3 Reaksi Pemutusan Ikatan Lignoselulosa Menggunakan NaOH	18
3.1 Diagram Alir Penelitian Pembuatan <i>Pulp</i>	31
4.1 Grafik Hubungan Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Kadar Lignin	34
4.2 Grafik Hubungan Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Nilai C_A	35
4.3 Grafik Hubungan Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Nilai $\ln C_A$	37
4.4 Grafik Hubungan Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Nilai $\frac{1}{C_A}$	38
4.5 Grafik Hubungan Waktu Pemasakan dan Temperatur Pemasakan terhadap Nilai $\frac{1}{(C_A)^2}$	39
4.6 Grafik Hubungan $\frac{1}{T}$ terhadap Nilai $\ln k$	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Data.....	48
Lampiran B Perhitungan	50
Lampiran C Dokumentasi	65
Lampiran D Surat-Surat	70