

No. Dok: 1702.

Copy : 1

1
633.8
201
0

**LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN
OPTIMASI PERLAKUAN ALKALI PADA
PROSES PEMBUATAN NANOKRISTAL SELULOSA
DARI SABUT KELAPA**

DI SENTRA TEKNOLOGI POLIMER-BPPT

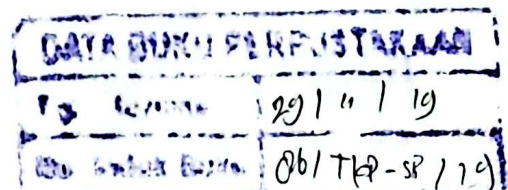
Diajukan sebagai salah satu syarat akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH:

ZULKIFLI (1513061)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I
JAKARTA
2018**



POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG

JUDUL PENELITIAN:

PENGHILANGAN HEMISELULOSA DENGAN PERLAKUAN ALKALI PADA
SABUT KELAPA

DISUSUN OLEH :
NAMA : ZULKIFLI
NIM : 1513061
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Penelitian Program Studi Teknik Kimia
Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin 28 Mei 2018.

Jakarta, Juni 2018

Penguji



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji



Ir. Parulian Leonard M., MM.
NIP. 195702141985031002

Penguji



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP. 1982100120140022001

Penguji



Ir. Rochmi Widjayanti, M. Eng.
NIP. 195609101984032002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN
PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL PENELITIAN:

OPTIMASI PERLAKUAN ALKALI PADA PROSES PEMBUATAN
NANOKRISTALSELULOSA DARI SERABUT KELAPA

DISUSUN OLEH :
NAMA : ZULKIFLI
NIM : 1513061
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Januari 2018

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

a.n  6/2-18

Ir. Roosmarharso, MBA.
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.
NIP.1982100120140022001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Zulkifli
NIM : 1513061
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Penghilangan Hemiselulosa Dengan Perlakuan Alkali Pada Sabut Kelapa.

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, April 2018


**METERAI
TEMPEL** 
E1C2EAFF002011050
6000
ENAM RIBU RUPIAH 
Zulkifli



Nomor : 035 /SJ-IND.7.2/III/2017
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2016/2017

Jakarta, 30 Maret 2017

Kepada
Yth. Ibu DR. Erfina Oktariani, S.T., M. T
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 26/SJ-IND.7.2 /SK/1/2017 tanggal 10 Maret 2017 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2016/2017, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Zulkifli
No. Induk : 1513061

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pembuatan Nanokristal Selulosa dari Serabut Kelapa "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan ibu kami ucapkan terima kasih.

 **Direktur**
Dr. Mustofa, ST, MT
NIP: 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

KATA PENGANTAR

Puji syukur Allah SWT., karena atas limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir penelitian kami yang berjudul "*Optimasi Perlakuan Alkali Pada Pembuatan Nanokristal Selulosa Dari Sabut Kelapa*". Penyusunan laporan ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi agar dapat menyelesaikan studi di jurusan Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. Pengambilan data dilakukan di laboratorium Sentra Teknologi Polimer, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret s.d Agustus 2017. Pada kesempatan ini penyusun juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir penelitian ini terutama kepada:

1. Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya.
2. Orang tua kami, yang selalu mendoakan dan mendukung.
3. Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
4. Ir. Roosmariharso, MBA. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan ini.
6. Mba Annisa selaku pembimbing penelitian di laboratorium STP, BPPT, Serpong.
7. Mba Mina dan Daud Wibisono selaku asisten pembimbing penelitian di laboratorium STP, BPPT, Serpong.
8. Seluruh karyawan di laboratorium STP, BPPT, Serpong.
9. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2013 selaku kawan seperjuangan.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga berguna bagi penyusun untuk menyempurnakan laporan tugas akhir penelitian ini dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, April 2018

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN.....	ii
LAPORAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	vi
SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kelapa	6
2.2. Sabut Kelapa	6
2.3. Lignoselulosa	8
2.3.1 Selulosa.....	10
2.3.2 Sifat Selulosa	13
2.3.3 Hemiselulosa.....	15
2.3.4 Lignin.....	16
2.4. Perlakuan Alkali.....	17

2.4.1 Natrium Hidroksida (NaOH)	18
2.5. Karakterisasi	20
2.5.1 FT-IR (Fourier Transform Infra Red)	20
2.5.2 Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan	22
3.3 Variabel	23
3.4 Prosedur Penelitian	23
3.4.1 Persiapan Sabut Kelapa	24
3.4.2 Perlakuan Alkali	24
3.4.3 Tahap Proses Titrasi dengan Metode TAPPI T 203 cm 99	25
3.4.4 Tahap Penentuan Kandungan Hemiselulosa	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Karakterisasi Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99	27
4.2 Karakterisasi <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FT-IR)	30
BAB V PENUTUP	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN A	37
LAMPIRAN B	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Sabut Kelapa dan Serat Alam	8
Tabel 2. 2 Karakteristik dan Sifat Lignoselulosa	10
Tabel 2. 3 Metode Pengujian Standar TAPPI	21
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian Perlakuan Alkali.....	23
Tabel 4. 1 Hasil Analisis <i>Design of Experiment</i> Pada Perlakuan Alkali	28
Tabel 4. 2 Hasil Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99 Pada Perlakuan Alkali.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Perkembangan Produksi Kelapa di Indonesia	1
Gambar 1. 2	Perkembangan Produksi Sabut Kelapa di Indonesia	2
Gambar 2. 1	Bagian – Bagian Buah Kelapa.....	6
Gambar 2. 2	Sabut Kelapa.....	7
Gambar 2. 3	Konfigurasi Jaringan Pada Tumbuhan.....	9
Gambar 2. 4	Struktur Molekul Selulosa	11
Gambar 2. 5	Ikatan Selulosa α	13
Gambar 2. 6	Ikatan Selulosa β	14
Gambar 2. 7	Struktur Molekul Hemiselulosa.....	15
Gambar 2. 8	Struktur Molekul Lignin.....	16
Gambar 2. 9	Proses Perlakuan Alkali pada Sabut Kelapa.....	19
Gambar 3. 1	Tahapan Penelitian Perlakuan Alkali Pada Sabut Kelapa	24
Gambar 4. 1	Interaksi Konsentrasi NaOH, Temperatur dan Waktu Terhadap Hemiselulosa.....	30
Gambar 4. 2	Sampel Spektra FT-IR dengan Persentase Penurunan Hemiselulosa Minimum	31
Gambar 4. 3	Sampel Spektra FT-IR dengan Persentase Penurunan Hemiselulosa Maksimum	27

ABSTRAK

Sabut kelapa merupakan sumber potensial yang dapat digunakan untuk produksi nanokristal selulosa. Produksi nanokristal selulosa dari biomasa lignoselulosa pada sabut kelapa membutuhkan beberapa tahap yaitu perlakuan alkali, pemutihan dan hidrolisis. Perlakuan alkali memiliki peran penting karena dapat menghilangkan hemiselulosa. Tujuan penelitian ini untuk menghilangkan zat pengotor seperti hemiselulosa dan mengetahui faktor yang mempengaruhi proses perlakuan alkali dengan NaOH pada sabut kelapa. Penelitian dilakukan menggunakan metode perancangan dengan 3 tingkat dan 3 faktor yang divariasikan selama proses, yaitu konsentrasi NaOH (5; 15; 25%), waktu (1; 3; 5 jam), dan temperatur (60; 120; 180 °C). Karakterisasi yang dilakukan pada sabut kelapa sebelum dan sesudah perlakuan yaitu dengan menganalisa kandungan hemiselulosa menggunakan metode standar TAPPI (*Technical Association of Pulp and Paper Industry*) T 203 cm 99 dan FT-IR untuk melihat perubahan komposisi kimia pada sampel dengan berbagai kondisi proses. Hasil optimasi perlakuan alkali dengan metode TAPPI T 203 cm 99 adalah pada kondisi proses konsentrasi NaOH 15%, 1 jam, temperatur 180°C dengan persentase hemiselulosa yang terlarut yaitu 51%. Sedangkan persentase terendah pada kondisi proses konsentrasi NaOH 25%, 3 jam, temperatur 180°C yaitu 16%. Hasil FT-IR menunjukkan perlakuan alkali dapat menurunkan intensitas puncak untuk gugus fungsi non-selulosa, termasuk hemiselulosa. Berdasarkan hasil penelitian ini, faktor signifikan untuk menurunkan kandungan hemiselulosa pada proses perlakuan alkali sabut kelapa yaitu interaksi temperatur dan waktu.

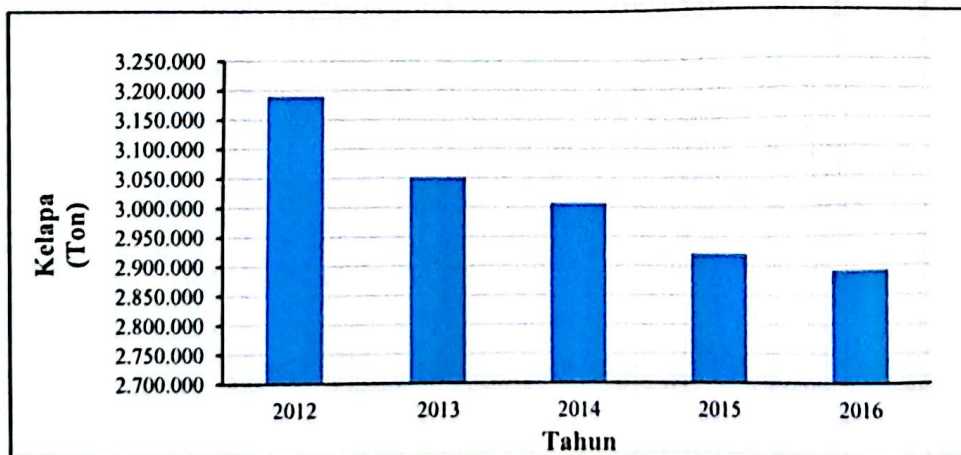
Kata kunci: Penghilangan hemiselulosa, perlakuan alkali, lignoselulosa, sabut kelapa, serat.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dengan menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan semakin pesat seiring dengan meluasnya penurunan kualitas lingkungan. Indonesia sebagai Negara yang memiliki keanekaragaman hayati dan memiliki kekayaan alam melimpah yang dapat diolah lebih lanjut untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat, salah satunya adalah serat alam [1].

Serat alam merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan karena keberadaan serat alam yang melimpah dan sifatnya yang biokompatibel yaitu tidak beracun sehingga aman untuk lingkungan. Keunggulan yang dimiliki oleh serat alam yaitu tersedia dalam jumlah besar, densitas rendah, ramah lingkungan, dapat diperbaharui dan tidak membahayakan bagi kesehatan. Dengan densitas yang rendah dan sifat mekanik yang baik, serat alam banyak digunakan sebagai pengisi (*filler*). Salah satu serat alam yang berpotensi sebagai pengisi adalah serat sabut kelapa [2]. Untuk mengetahui perkembangan produksi dan hasil dari ekspor kelapa di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.1.



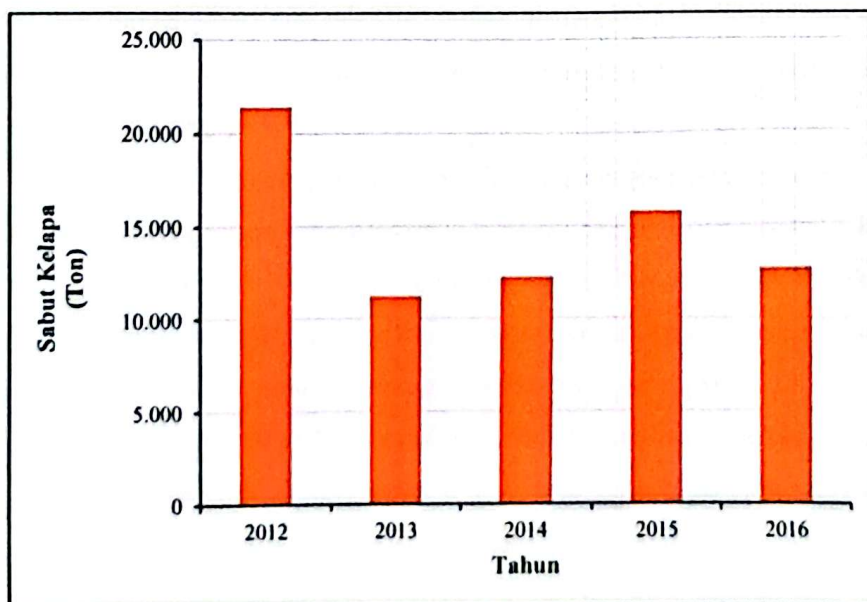
Gambar 1. 1 Perkembangan Produksi Kelapa di Indonesia

Sumber: Statistik Perkebunan Kelapa Indonesia 2015-2017

Kelapa merupakan tanaman perkebunan dengan area terluas dibandingkan dengan tanaman karet dan kelapa sawit. Kelapa memiliki area seluas 3,70 juta ha atau 26% dari 14,20 juta ha total area perkebunan di Indonesia. Selain daging buahnya, bagian lain dari kelapa juga memiliki nilai ekonomis seperti tempurung, batang pohon, daun kelapa dan sabut kelapa (*coco fiber*) [3].

Gambar 1.1 menunjukkan perkembangan produksi kelapa di Indonesia dari tahun 2012-2016. Pada tahun 2012 produksi kelapa mencapai 3,189 juta ton, lalu terjadi penurunan produksi kelapa sebesar 0,21 % pada tahun 2013 dan mengalami penurunan hingga pada tahun 2016 produksi kelapa menjadi 2,89 juta ton. Produksi kelapa di Indonesia merupakan yang terbesar kedua di dunia setelah Filipina [4].

Produk olahan kelapa yang dihasilkan masih terbatas jumlah maupun jenisnya. *Coir* atau serat sabut kelapa sebagai salah satu produk akhir tanaman kelapa yang masih kurang berkembang [3,4]. Penggunaan sabut kelapa masih sedikit sekali, sebagian besar dibiarkan membusuk atau dibakar. Pembusukan sabut kelapa dengan sendirinya dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, walaupun pada akhirnya hasil pembusukan tersebut dapat dijadikan pupuk [2,4]. Hasil produksi sabut kelapa di Indonesia ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Perkembangan Produksi Kelapa di Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017

Gambar 1.2 memperlihatkan produksi sabut kelapa di Indonesia cenderung tidak stabil. Hal ini disebabkan karena kurangnya pemanfaatan sabut kelapa, sehingga dianggap limbah oleh sebagian masyarakat. Dengan tingginya produksi kelapa, sabut kelapa yang sebagian besar terbuang ini harus dimanfaatkan untuk menghindari meningkatnya pencemaran lingkungan. Sabut kelapa yang dihasilkan bisa mencapai 11-21 ribu ton [5].

Saat ini teknologi nano tengah menarik perhatian para peneliti karena mampu memberikan solusi dalam pengembangan material. Salah satunya, dengan cara memperkecil dimensi material yang digunakan menjadi partikel-partikel berukuran nanometer. Hampir semua serat alam dapat dijadikan sebagai sumber potensial untuk isolasi selulosa dalam ukuran nano. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mengenai penggunaan selulosa berukuran nano yang diperoleh dari ampas tebu, kapas, rami dan selulosa bakterial. Dalam ukuran nano, selulosa mampu memberikan sifat fisika dan sifat kimia yang lebih baik dibandingkan pada ukuran ataupun mikronya [4,5].

Selulosa tersusun oleh sekumpulan serat yang sangat kecil dengan ukuran lateral dalam skala nano (3-15 nm) dan panjang sekitar 1 μm . Suatu rantai selulosa terdiri dari bagian amorf dan kristalin. Proses degradasi bagian amorf dari rantai selulosa ini akan menghasilkan nanokristalin selulosa yang memiliki sifat mekanik dan sifat termal yang unggul [5].

Nanokristal selulosa adalah selulosa berukuran nanometer dengan dimensi tidak lebih dari seratus nanometer dan berbentuk kristalin. Suspensi Nanokristal selulosa dapat dibentuk menjadi suatu fase kristalin liquid. Proses isolasi Nanokristal selulosa memiliki banyak peninjauan, seperti dimensi skala nanometer, tinggi kekuatan spesifik dan modulus, dan tinggi daerah permukaan [6].

Nanoselulosa berbeda dengan selulosa alami karena nanoselulosa memiliki sifat-sifat yang khas seperti rasio aspek tinggi, rasio permukaan terhadap volume yang besar, kristalinitas tinggi, transparan. Sifat inilah yang membuat nanoselulosa memiliki keunggulan jika digunakan sebagai pengisi dan atau penguat pada produk nanokomposit karena dapat mengurangi berat, meningkatkan sifat-sifat mekanik serta transfer tegangan yang lebih baik. Dengan pembuatan nanokristal selulosa,

pemanfaatan serat serat sabut kelapa lebih efektif untuk mengurangi limbah tersebut [7].

Untuk memaksimalkan pengambilan serat selulosa dari sabut kelapa beberapa tahapan proses pengisolasian dapat diaplikasikan, seperti proses perlakuan alkali dengan menggunakan senyawa NaOH untuk menghilangkan hemiselulosa. Dalam proses lanjutan untuk mengisolasi nanokristal selulosa dapat dilakukan proses delignifikasi dengan menggunakan senyawa klorit dan proses hidrolisis asam [8].

Sifat fisik dan kimia dari selulosa dan reaktivitas kimia serta perilaku sangat dipengaruhi oleh susunan gugus hidroksil dan ikatan hidrogen. Ketika serat mengalami reaksi kimia, bagian struktur amorf bisa rusak dan bagian kristal terisolasi. Selain menghilangkan senyawa hemiselulosa dan lignin, sifat termal dari serat serat sabut kelapa akan meningkat. Penghilangan senyawa lignin akan meningkatkan kristanilitas yang didapat [9].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui optimasi proses perlakuan alkali menggunakan pelarut NaOH pada sabut kelapa dengan variasi konsentrasi, waktu dan temperatur.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. bagaimana optimasi perlakuan alkali menggunakan NaOH untuk menghilangkan kandungan hemiselulosa pada sabut kelapa?
2. bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH, temperatur dan waktu terhadap proses optimasi perlakuan alkali pada sabut kelapa?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. bahan baku yang digunakan yaitu serat serat sabut kelapa yang diperoleh dari industri lokal daerah Serpong, Tangerang Selatan,
2. variasi konsentrasi NaOH yaitu 5, 15 dan 25%,
3. variasi waktu pada perlakuan alkali 1 jam, 3 jam dan 5 jam, dan
4. variasi temperatur pada perlakuan alkali 60°C, 120°C dan 150°C.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui kondisi proses yang optimal dari perlakuan alkali dalam menghilangkan hemiselulosa pada sabut kelapa, dan
2. mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH, waktu, dan temperatur pada perlakuan alkali.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi untuk mendapatkan kondisi proses yang optimal dari proses perlakuan alkali dalam penghilangan hemiselulosa pada sabut kelapa.

1.6. Sistematika Penelitian

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai serat alam, sabut kelapa, selulosa, hemiselulosa, lignin, mekanisme penghilangan hemiselulosa.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian serta prosedur penelitian (persiapan penelitian dan metode penelitian).

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengukuran, analisa data yang sudah diolah menjadi grafik, pembahasan terhadap hasil pengukuran dan analisa data.

BAB V: PENUTUP

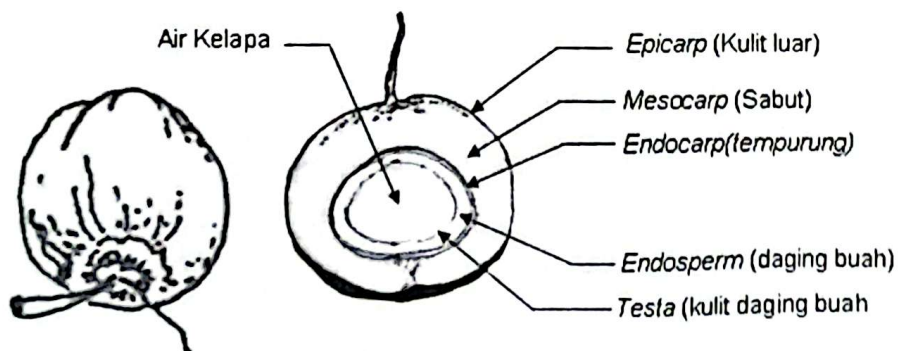
Bab ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelapa

Tanaman kelapa adalah salah satu jenis tumbuhan yang memiliki banyak manfaat. Kelapa secara alami tumbuh di daerah sepanjang pinggir pantai dan daerah pegunungan yang memiliki ketinggian hingga ± 30 m dari permukaan laut. Tanaman kelapa dapat dimanfaatkan menjadi berbagai macam produk yang memiliki nilai ekonomi tersendiri. Hampir setiap bagian tanaman kelapa dapat diolah dan digunakan untuk kebutuhan manusia, mulai dari batang, pelepah, daun, buah dan akar [4,9]. Terdapat bagian – bagian buah kelapa yang memiliki peran penting dalam kebutuhan manusia seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bagian – Bagian Buah Kelapa

Sumber : Badan Litbang Pertanian, 2014

Gambar 2.1 menggambarkan buah kelapa terdiri dari beberapa bagian, yaitu kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung (*endocarp*), kulit daging buah (*testa*), daging buah (*endosperm*) dan air kelapa [10]. Pada penelitian ini berfokus pada pemanfaatan serat sabut kelapa.

2.2. Sabut Kelapa

Produk polimer berbasis bahan alam merupakan dasar untuk membentuk produk yang *eco*-efisien, berkelanjutan dan bersaing dengan bahan-bahan sintesis. Serat alam sebagai pengganti serat sintetis akan memberikan efek positif bagi

lingkungan [9]. Penggunaan serat alam juga dipicu oleh adanya regulasi tentang penggunaan produk yang dapat didaur ulang. Keunggulan dari serat alami dibandingkan dengan serat sintetis adalah harganya murah, densitas rendah, bahan terbarukan, terbiodegradasi dan tidak berbahaya bagi kesehatan [9].

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu jenis tumbuhan dari suku aren-arenan. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya sehingga [14]. Buah kelapa sebagai penghasil minyak nabati memiliki hasil samping yang berharga antara lain sabut kelapa. Sampai saat ini sabut kelapa belum dimanfaatkan menjadi bahan baku industri yang bernilai tinggi. Sabut kelapa adalah salah satu material berserat penyusun bagian mesocarp yang tebal (lapisan tengah) pada buah kelapa. Komposisi sabut kelapa dalam buah sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus (*pitch*). Satu butir buah kelapa dapat menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat [15].



Gambar 2. 2 Sabut Kelapa

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Sabut kelapa dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu serat berwarna putih dan serat berwarna coklat. Sabut kelapa yang berwarna putih diperoleh dari buah kelapa yang belum matang. Serat ini lebih halus dan memiliki warna yang lebih cerah. Gambar 2.2 merupakan sabut kelapa berwarna coklat diperoleh dari buah kelapa yang telah matang.

Gambar 2.2 menggambarkan sabut kelapa yang sudah digiling dan dipotong kecil – kecil. Sabut kelapa memiliki sifat dapat menahan kandungan air dan unsur kimia pupuk, serta dapat menetralkan keasaman tanah, ramah lingkungan, juga tidak mudah terbakar atau memberikan asap beracun bila terbakar [10,12]. Untuk

mengetahui kandungan yang terdapat pada sabut kelapa dilakukan uji komposisi untuk mengetahui kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komposit yang diperlakukan serat yang mengandung sedikit lignin maka sifat fisik dan kekuatan pada komposit tersebut memiliki kualitas yang cukup baik, karena lignin memiliki sifat yang kaku dan mudah rapuh [13,14]. Komposisi pada serat sabut kelapa dan serat alam lainnya yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Komposisi Sabut Kelapa dan Beberapa Serat Alam

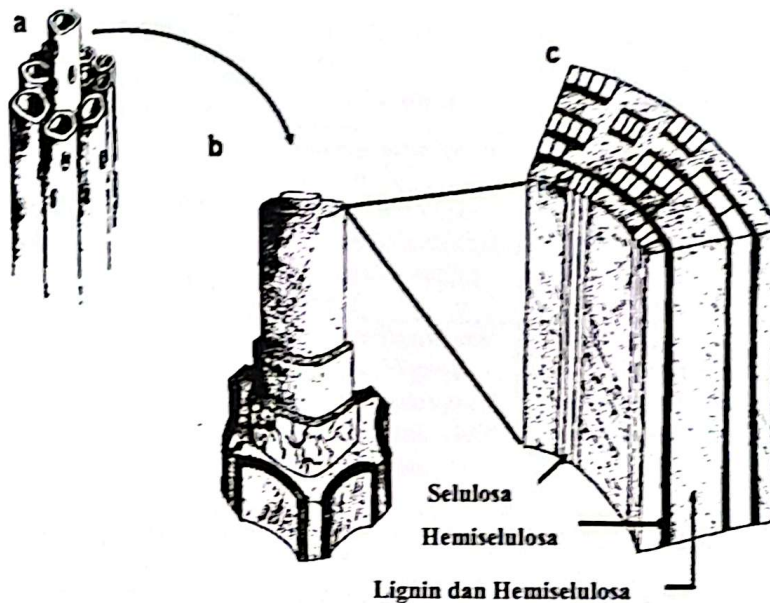
No.	Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Zat Ekstraktif (%)
1.	Sisal	78	19	8	3
2.	Jute	58-63	20-24	12-15	-
3.	Hemp	58,7	14,2	6	21,1
4.	Rami	64	11	8	2,8
5.	Sabut Kelapa	55,34	22,70	31,48	2,4
6.	Kapas	85-90	1-3	0,7-1,6	5,4-13,3
7.	Rumput Laut	57	28	5	10
8.	Jerami Gandum	38,8	39,5	17,1	4,6
9.	Flax	33-38	0,15-2,5	17,8-19	3-4

Sumber: Jung Chen, dkk. 2014

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa komposisi yang terdapat pada sabut kelapa memiliki tiga komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan sedikit kandungan zat ekstraktif. Persentase kandungan selulosa menjadi yang terbesar diantara hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif yaitu sebesar 55,34 %. Dengan tingginya jumlah sabut kelapa yang dihasilkan maka pemanfaatan sabut kelapa sangat efisien untuk pembuatan nanokristal selulosa [14].

2.3. Lignoselulosa

Lignoselulosa merupakan nama yang digunakan untuk bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignoselulosa adalah komponen penyusun dinding sel tanaman terutama pada bagian batang. Hemiselulosa dan selulosa merupakan polisakarida yang dapat diurai menjadi monosakarida yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan dan produksi enzim [16]. Lignoselulosa yang terletak pada bagian tumbuhan ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Konfigurasi Jaringan Pada Tumbuhan

- a. Sel-sel kayu yang saling berdekatan
- b. Lapisan dinding sel
- c. Distribusi lignin, hemiselulosa, dan selulosa pada lapisan dinding sekunder.

Sumber : Ishak Ahmaf, dkk. 2015

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa bagian tubuh tumbuhan yang mengandung selulosa, lignin dan hemiselulosa terletak didalam lapisan dinding sekunder pada tumbuhan yang saling terikat satu dan lainnya. Untuk memisahkan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara kimiawi, fisis dan mikrobiologis [16].

Pelarutan lignin dan hemiselulosa perlu dilakukan karena zat tersebut membungkus selulosa. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Efisiensi dan efektivitas penggunaannya bisa berbeda-beda, bergantung pada sumber bahan dan tujuan prosesnya. Perlakuan secara kimiawi adalah metode yang paling umum digunakan karena lebih mudah dan tidak menggunakan energi yang terlalu tinggi [17,18]. Karakteristik dan sifat lignoselulosa yang terdapat pada serat alam ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik dan Sifat Lignoselulosa

No.	Material Lignoselulosa / Karakteristik	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
1.	Bentuk dan Struktur Fisika	Batang ramping yang terbuat dari mikrofibril kristal, tingkat kristalinitas tinggi dan sedikit amorf	Acak, struktur amorf	Acak, struktur amorf
2.	Struktur Kimia	D-anhidroglukosa ($C_6H_{10}O_5$) yang berikatan dengan 1,4- β -D-glikosidik pada C1 dan C4	Kelompok polisakarida yang terdiri dari C5 dan C6 glukosa	Polimer hidrokarbon kompleks dengan ikatan alifatik dan aromatik
3.	Termoset / Termoplastik	Termoset	Termoplastik	Termoplastik
4.	Derajat Polimerisasi	10.000	50-300	-
5.	Hidrofobisitas	Hidrofilik	Sangat hidrofilik	Hidrofilik
6.	Larut dalam Alkali	Tahan terhadap larutan alkali (17,5 wt%)	Larut dalam alkali	Larut dalam alkali pada suhu tinggi
7.	Larut dalam Asam	Mudah terhidrolisis oleh asam	Mudah terhidrolisis oleh asam	Tidak terhidrolisis oleh asam

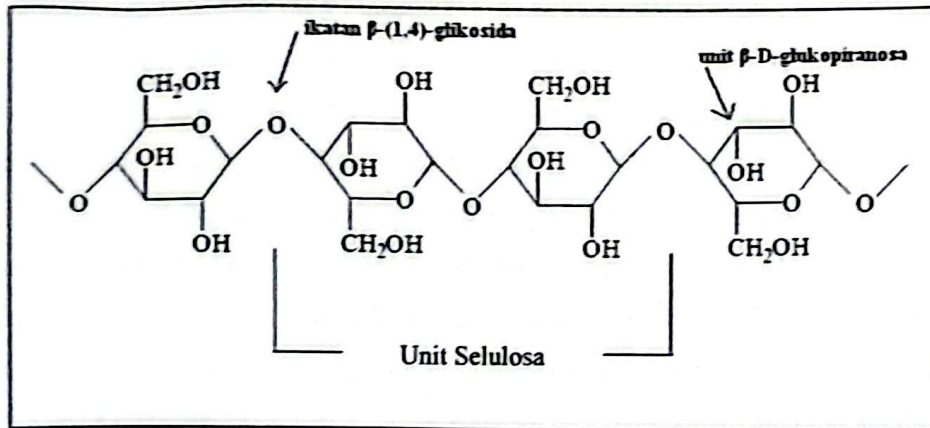
Sumber : Harfiz Salehudin, dkk. 2012

Tabel 2.2 menunjukkan karakteristik dan sifat lignoselulosa. Bentuk dan struktur selulosa sedikit amorf, sedangkan untuk hemiselulosa dan lignin memiliki struktur yang amorf. Hal ini menunjukkan bahwa hemiselulosa dan lignin dapat larut dalam pelarut alkali. Selulosa memiliki sifat termal termoset dan memiliki derajat polimerisasi yang tinggi yaitu 10.000. Semakin tinggi derajat polimerisasi maka sifatnya semakin keras dan kaku, sehingga sukar untuk larut. Berbeda dengan hemiselulosa serta lignin yang memiliki sifat termal termoplastik [16].

2.3.1 Selulosa

Selulosa adalah salah satu polimer terbarukan yang tersedia di alam. Selulosa merupakan komponen struktural yang paling penting dari hampir semua dinding sel tanaman hijau, terutama di banyak serat alam seperti sabut kelapa, rami, goni, kapas dan lain-lain. Selulosa terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$, n adalah derajat polimerisasinya. Selulosa tersusun atas

unit-unit β -D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan β -(1,4)-glikosida, yang ditunjukkan oleh Gambar 2.4. [17]



Gambar 2. 4 Struktur Molekul Selulosa

Sumber : Ibrahim (1998)

Gambar 2.4 menunjukkan ikatan β -(1,4)-glikosida dan β -D-glukopiranososa memiliki monomer berupa gugus hidroksil. Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen di dalam molekul dan di luar molekul selulosa. Selulosa adalah senyawa polisakarida $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang dapat diturunkan menghasilkan glukosa $(C_6H_{12}O_6)$. Unit terkecil yang berulang adalah selobiosa $(C_6H_{11}O_5)_2O$ dibentuk oleh kondensasi dua unit glukosa dan oleh karena itu juga dikenal sebagai *anhydroglucose* (glukosa tanpa air) [18,19].

Masing-masing satuan berulang berisi tiga kelompok hidroksil. Kelompok hidroksil ini dapat mengikat hidrogen memainkan peran yang utama di dalam mengarahkan struktur kristalin dan juga mengembangkan sifat fisika dari selulosa. Sebagai struktur yang berserat dan ikatan-ikatan hidrogen yang kuat serta berdekatan, selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Faktor ini dipandang sebagai penyebab tingginya kekristalan dari serat selulosa [20].

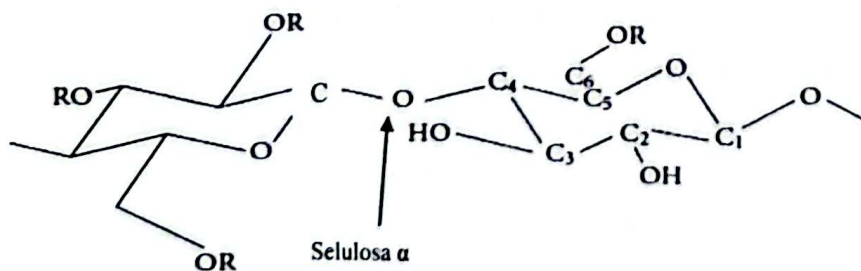
Kebanyakan tanaman tersusun atas selulosa berkristal tinggi dan mungkin berisi sebanyak 80 persen daerah kristal. Bagian yang tersisa memiliki densitas yang lebih rendah dan disebut sebagai selulosa amorf. Selulosa merupakan polimer

dengan derajat polimerisasi (DP) sekitar 10,000, bersifat kuat, berkristal molekul tanpa percabangan. Selulosa padat membentuk suatu struktur mikrokrystal dengan daerah amorf pada orde yang rendah.[21].

Semakin panjang suatu rangkaian selulosa, maka rangkaian selulosa tersebut memiliki serat yang lebih kuat, lebih tahan terhadap pengaruh bahan kimia, cahaya dan mikroorganisme. Selulosa pada tumbuhan terdapat pada beberapa bagian seperti pada batang dan bagian lain. Selulosa tidak berwarna, tidak mempunyai rasa dan bau, tidak larut dalam air atau larutan basa, relatif stabil terhadap panas, tidak meleleh tahan terhadap hidrolisis, dan stabil terhadap oksidasi [22]. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa Natrium Hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibagi menjadi tiga jenis seperti selulosa α (*Alpha cellulose*), selulosa β (*Betha cellulose*) dan selulosa μ (*Gamma cellulose*).

1. Selulosa α (*Alpha Cellulose*)

Selulosa α adalah selulosa berantai panjang yang tahan dan tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-15000. Selulosa α digunakan sebagai penduga atau tingkat kemurnian selulosa. Selulosa dengan derajat kemurnian α diatas 92% memenuhi syarat untuk bahan baku pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa dengan kualitas di bawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri pembuatan kertas dan industri kain (serat rayon) [23]. Ikatan selulosa α digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ikatan Selulosa α

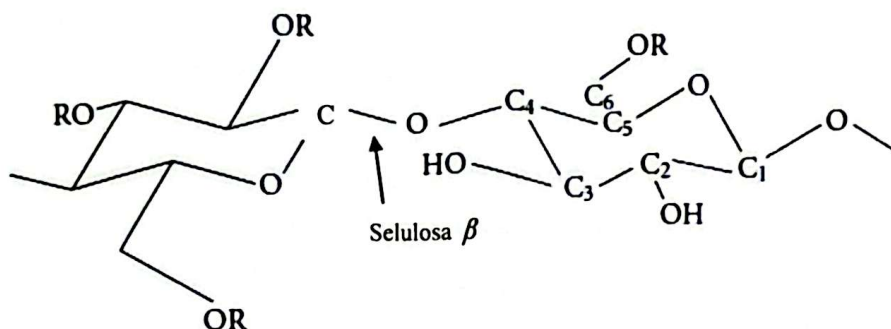
Sumber : Lope G. Tabil, dkk. 2007

Gambar 2.5 menunjukkan ikatan selulosa α terletak pada ikatan [-O-] yang mengikat rantai C. Semakin tinggi kadar selulosa α , maka akan semakin baik mutu

bahannya., tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat [23].

2. Selulosa β (*Betha Cellulose*)

Pada struktur selulosa ikatan selulosa β ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Ikatan Selulosa β

Sumber : Lope G. Tabil, dkk. 2007

Gambar 2.6 menggambarkan ikatan β terletak pada ikatan C-O pada struktur selulosa. Selulosa β merupakan selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan larutan NaOH 17,5% atau basa kuat, dapat mengendap bila dinetralkan [23].

3. Selulosa μ (*Gamma cellulose*)

Selulosa μ atau hemiselulosa adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat, tetapi tidak dapat mengendap bila dinetralkan. Selulosa ini memiliki derajat polimerisasi paling rendah, yaitu di bawah 15 [23].

2.3.2 Sifat Selulosa

Sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan kimia. Selulosa dengan rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, tahan lama terhadap degradasi yang dilakukan tahapan untuk mendapatkan selulosa murni yang dipisahkan dari zat pengotornya. Pemisahan dilakukan pada kondisi optimum untuk mencegah terjadi degradasi terhadap selulosa. Kesulitan yang dihadapi dalam proses pemisahan ini disebabkan oleh berat molekul tinggi, keasaman sifat antara komponen yang berikatan dengan selulosa itu sendiri, kristalinitas yang tinggi dan ikatan fisika dan kimia yang kuat [22,24].

Selama pembuatan serat selulosa murni, degradasi terjadi antara lain karena degradasi oleh hidrolisis asam, oksidator dan panas.

1. Degradasi oleh Oksidator

Senyawa oksidator sangat mudah mendegradasi selulosa menjadi molekul yang lebih kecil. Hal ini tergantung dari oksidator dan kondisinya [22]. Macam – macam oksidator yaitu:

- a. Chlorin, mengoksidasi gugus karboksil dan aldehid menjadi CO_2 dan H_2O [22].
- b. Hipoklorit, yaitu akan menghasilkan oksidas selulosa yang mengandung persentase gugus hidroksil tinggi pada kondisi netral/alkali [22].
- c. Nitro dioksida (NO_2), mengoksidasi gugus hidroksil dari selulosa menjadi karboksil. Oksidasi ini tidak memecah rantai selulosa kecuali jika terdapat senyawa alkali [22].

2. Degradasi oleh Hidrolisis Asam

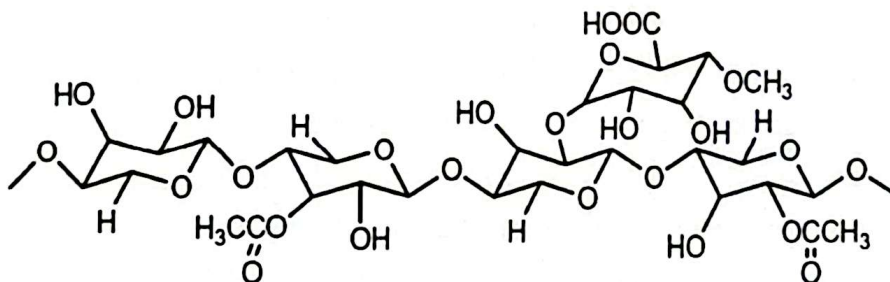
Degradasi yang dilakukan dengan hidrolisis asam terjadi pada temperatur yang cukup tinggi dan berada pada media asam yang cukup lama. Akibat dari degradasi ini adalah terjadinya reaksi yakni selulosa terhidrolisis menjadi selulosa dengan berat molekul rendah. Keaktifan asam pekat untuk mendegradasi selulosa berbeda-beda jika hidrolisisnya belum berlangsung terlalu lama maka selulosa dapat diendapkan kembali membentuk fragmen-fragmen padatan polimer dengan berat molekul yang lebih kecil melalui pengenceran larutan dalam asam kuat tersebut dan air. Selulosa baru mengalami hidrolisis dalam asam mineral encer pada temperatur yang tinggi ($>100\text{ }^\circ\text{C}$) [23].

3. Degradasi oleh Panas

Pengaruh panas lebih besar jika dibandingkan dengan oksidator dan hidrolisis asam. Serat selulosa yang dikeringkan pada temperatur temperatur tinggi akan mengakibatkan hilangnya sebagian higroskopisitasnya. Hal ini disebabkan karena bertambahnya ikatan hidrogen antara molekul selulosa yang berdekatan, terbentuknya ikatan rantai kimia diantara molekul selulosa yang berdekatan dan pemanasan serat pada temperatur 260-270 $^\circ\text{C}$ mulai terurai (dekomposisi) [22].

2.3.3 Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah polisakarida dengan berat molekul rendah, sering mengalami kopolimer dengan glukosa, asam glukuronat, mannososa, arabinosa dan xilosa, dapat berbentuk acak, bercabang amorf atau struktur nonlinier dengan kekuatan rendah. Hemiselulosa mudah dihidrolisis oleh asam atau basa encer, atau enzim hidrolisis. Pada tanaman serat, hemiselulosa berfungsi sebagai matrik dari selulosa. Secara umum, fraksi hemiselulosa terdiri dari kumpulan polimer polisakarida dengan derajat polimerisasi lebih rendah dibandingkan dengan selulosa dan mengandung terutama gula *D-xylopyranose*, *D-glukopiranososa*, *D-galactopyranose*, *D-mannopyranose*, dan asam *D-glucopyranosyluronic* dengan sejumlah kecil gula lainnya yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 [24,25].



Gambar 2. 5 Struktur Molekul Hemiselulosa

Sumber: Jonobi, 2009

Gambar 2.5 menunjukkan Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak terbentuk kristal. Hal ini yang menjadikan hemiselulosa lebih mudah terlarut dan bereaksi dengan larutan dibanding selulosa selama pembuatan pulp. Hemiselulosa bersifat hidrofibil (mudah menyerap air) yang mengakibatkan strukturnya yang kurang teratur. Kadar hemiselulosa pada pulp jauh lebih kecil dibandingkan dengan serat asal, karena selama proses pemasakan hemiselulosa bereaksi dengan bahan pemasak dan lebih mudah terlarut daripada selulosa [25].

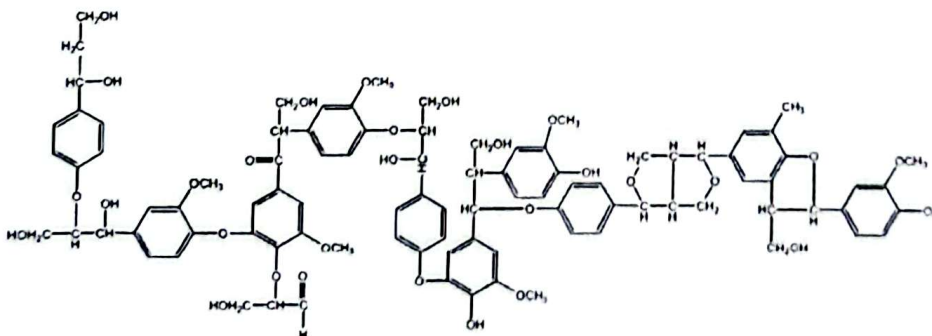
Secara struktural, hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa,

hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (pentosa/C-5), gula berkarbon enam (heksosa/C-6), asam heksuronat dan deoksi heksosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang [25].

Hemiselulosa tidak larut dalam air tapi larut dalam larutan alkali encer dan lebih mudah dihidrolisa oleh asam daripada selulosa. Sifat hemiselulosa yang hidrofilik banyak mempengaruhi sifat dari pulp itu sendiri. Hemiselulosa berfungsi sebagai perekat dan mempercepat pembentukan serat. Hilangnya hemiselulosa akan mengakibatkan adanya lubang antar fibril dan berkurangnya ikatan antar serat [26].

2.3.4 Lignin

Lignin merupakan senyawa yang sangat kompleks dengan berat molekul tinggi. Lignin terdapat diantara sel-sel dan di dalam dinding sel. Dimana fungsi lignin yang terletak diantara sel adalah sebagai perekat untuk mengikat/ perekat antar sel, sehingga tidak dikehendaki. Sementara dalam dinding sel lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberi ketegaran pada sel [27]. Struktur molekul lignin ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 6 Struktur Molekul Lignin

Sumber : Rosa M., dkk. 2010

Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan

melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam perlakuan alkali [25].

Gambar 2.6 menunjukkan lignin merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali. Reaksi dengan senyawa tertentu banyak dimanfaatkan dalam proses pembuatan pulp dimana lignin yang terbentuk dapat dipisahkan, sedangkan reaksi oksidasi terhadap lignin digunakan dalam proses pemutihan. Lignin dapat mengurangi daya pengembangan serat serta ikatan antar serat. Struktur kimia lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperatur tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa [21,22].

Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi, yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut pada larutan pemasak. Dimana peristiwa ini cenderung menyebabkan bobot molekul lignin bertambah, dan lignin yang terkondensasi akan mengendap [27]. Disamping terjadinya reaksi kondensasi lignin yang mengendap, mengurangi degradasi selulosa dan hemiselulosa. Temperatur, tekanan, dan konsentrasi larutan selama proses perlakuan alkali merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa, dan hemiselulosa [28].

Selulosa tak akan rusak saat proses pelarutan lignin jika konsentrasi larutan pemasak yang digunakan rendah dan suhu yang digunakan sesuai. Pemakaian suhu di atas 180°C menyebabkan degradasi selulosa lebih tinggi, dimana pada suhu ini lignin telah habis terlarut [26].

2.4. Perlakuan Alkali

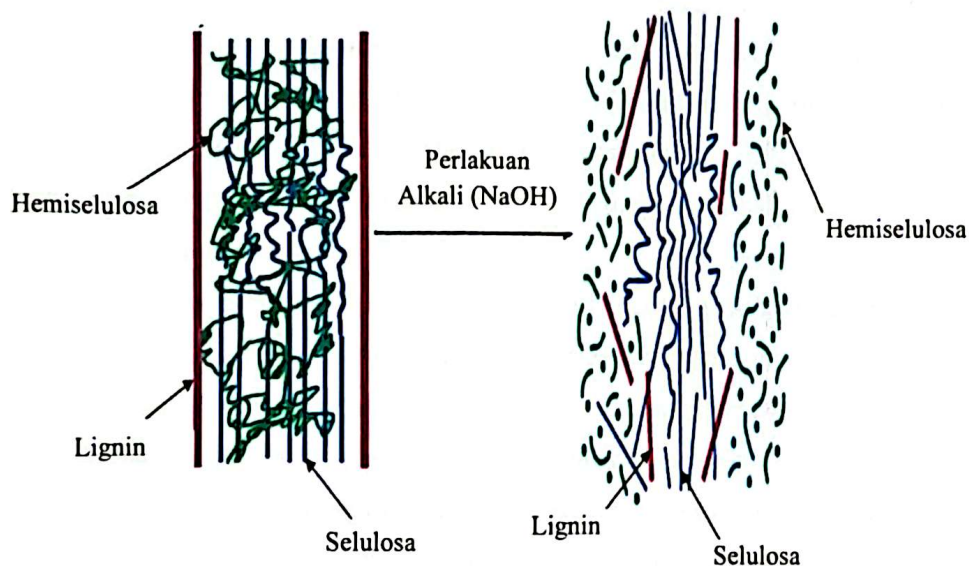
Serat memiliki sifat alami yaitu hidrofilik (suka terhadap air). Sedangkan polimer bersifat hidrofobik (tidak suka air). Penelitian tentang efek perlakuan alkali terhadap morfologi permukaan serat alam selulosa menunjukkan bahwa kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami hidrofilik serat dapat memberikan ikatan yang kuat dengan matriks [27].

Perlakuan alkali merupakan salah satu perlakuan kimia yang banyak digunakan pada serat alam apabila serat akan digunakan sebagai penguat pada matriks, baik matriks termoplastik maupun termoset. Modifikasi perlakuan alkali akan membuka ikatan hidrogen sehingga akan membuat permukaan serat menjadi lebih kasar. Adanya perlakuan alkali pada serat akan menghilangkan sejumlah lignin, lilin, maupun kotoran-kotoran lainnya yang terdapat pada permukaan serat, sehingga terjadi depolimerisasi pada selulosa dan membuat rantai selulosa pada serat menjadi lebih pendek. Sifat mekanis komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matriks dan serat. Penelitian lain juga memberi perlakuan kimia pada serat dengan menggunakan H_2O_2 , dan NaOH. Perlakuan dengan NaOH memiliki efek tertinggi pada kekuatan tarik dan modulus tarik, menghasilkan komposit dengan sifat tarik terbaik. Kekuatan tarik komposit yang diberi perlakuan NaOH meningkat secara signifikan sekitar 53% dibandingkan dengan komposit yang dibuat dari serat yang tidak diberi perlakuan dan 33% dibandingkan dengan komposit tanpa serat [28].

Variasi konsentrasi NaOH memberikan pengaruh pada permukaan serat dimana konsentrasi NaOH 5% menghasilkan komposit dengan nilai optimum kekuatan tariknya 97,356 N/mm² [28].

2.4.1 Natrium Hidroksida (NaOH)

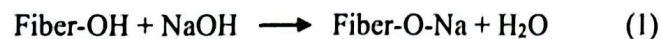
NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan positif. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa. Dalam komposit polimer, metode perlakuan alkali pada serat selulosa merupakan modifikasi kimia yang telah dilakukan untuk meningkatkan *adhesi* antara permukaan serat selulosa dan matriks polimer karena menghasilkan ikatan yang baik. Perlakuan alkali pada serat akan memberikan dua efek terhadap serat yaitu meningkatkan kekasaran permukaan serat dan meningkatkan jumlah selulosa yang terlepas dari hemiselulosa dan lignin [29]. Perlakuan Proses perlakuan alkali (NaOH) pada sabut kelapa ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Proses Perlakuan Alkali pada Sabut Kelapa

Sumber : Muhammad Nugroho, dkk. 2011

Gambar 2.7 menunjukkan bahwa serat yang bereaksi dengan NaOH dapat memecah struktur hemiselulosa dan lignin, sehingga selulosa tidak terikat oleh hemiselulosa dan lignin. Dalam hal ini penambahan NaOH akan membuat ionisasi gugus OH pada serat sehingga akan menjadi alkalisasi seperti pada reaksi berikut [29]:



Perlakuan NaOH ini bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, lignin, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi. Namun demikian, perlakuan NaOH yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa. Padahal, selulosa itu sendiri sebagai unsur utama pendukung kekuatan serat. Akibatnya, serat yang dikenai perlakuan alkali terlalu lama mengalami degradasi kekuatan yang signifikan [26].

Sebagai akibatnya, komposit yang diperkuat serat rami dengan perlakuan alkali yang lebih lama memiliki kekuatan yang lebih rendah. Regangan bahan komposit berpenguat serat rami juga menunjukkan adanya optimasi perlakuan 5% NaOH serat. Pada komposit yang diperkuat serat rami tanpa perlakuan, kegagalan

didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matriks yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat. Kegagalan tersebut didominasi oleh lepasnya ikatan serat dengan matriks. Pada kondisi kegagalan ini, matriks dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar. Namun, berhubung ikatan antara serat dan matrik gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan lebih awal [26,30].

Besarnya regangan dan tegangan ketika gagal juga menjadi lebih rendah. Dengan memberikan perlakuan NaOH, maka ikatan antara serat dan matrik menjadi lebih kuat sehingga kegagalan dapat terjadi secara bersama-sama. Besarnya tegangan dan regangan yang terjadi akan mengalami peningkatan. Jika perlakuan NaOH terlalu lama maka serat mengalami degradasi kekuatan. Besarnya tegangan dan regangan yang mampu ditahan oleh komposit menjadi menurun [30].

2.5. Karakterisasi

2.5.1 FT-IR (Fourier Transform Infra Red)

Salah satu metode spektroskopi yang sangat populer digunakan adalah metode spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*). Dalam hal ini metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul suatu materi. Absorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yakni kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan *frekuensi vibrasional* molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi [31].

Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa. Kesulitan-kesulitan yang ditemukan dalam identifikasi dengan spektroskopi FT-IR dapat ditunjang dengan data yang diperoleh dengan menggunakan metode spektroskopi yang lain. Pada karakterisasi di penelitian ini, FT-IR direkam dengan pemisahan spektrum 2 cm^{-1} , pada suhu $20 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan metoda pelet KBr [30,31].

2.5.2 Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99

Metode ujis standar TAPPI adalah pengujian prosedur dan praktek yang digunakan dalam pengukuran, evaluasi dan deskripsi dari pulp, kertas, kemasan dan produk terkait termasuk bahan baku yangdigunakan dalam proses pembuatan bahan tersebut [32]. Terdapat beberapa bidang subjek yang dapat diujikan yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Metode Pengujian Standar TAPPI

Bidang Subjek Pengujian	Klasifikasi Standar Pengujian
Pengujian pulp dan berserat	T 1 – 200
Pengujian kertas dan karton	T 400 – 500
Pengujian non – fiber	T 600 – 700
Pengujian bahan struktur	T 1200

Sumber : Panduan Standar TAPPI

Tabel 2.3 menunjukkan beberapa metode uji serta standar klasifikasinya. Pada penelitian ini untuk menentukan persentase hemiselulosa menggunakan standar metode TAPPI T 203 cm 99 [32]. Terdapat perhitungan dalam menentukan persentase hemiselulosa yaitu:

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = [6,85 (V_2 - V_1) \times N \times 20] / [25 / W]$$

Keterangan :

V_1 = volume hasil titrasi filtrat (mL)

V_2 = volume titrasi kosong (mL)

W = massa sabut kelapa

N = normalitas larutan *ferrous ammonium sulfat*

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di laboratorium Sentra Teknologi Polimer (STP), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan. Penelitian dilaksanakan selama bulan Maret s.d. Agustus 2017.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

- | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1. erlenmeyer 500 mL dan 250 mL | 7. neraca digital | 14. buret |
| 2. gelas ukur 100 mL | 8. spatula | 15. corong |
| 3. gelas kimia 250 mL | 9. pH indikator | 16. saringan |
| 4. <i>water bath</i> | 10. batang pengaduk | 17. statif |
| 5. pemanas | 11. pipet tetes | 18. labu takar 500 mL dan 1000 mL |
| 6. <i>stirrer</i> | 12. pipet volume 10 mL, 25 mL dan 50 mL | 19. karet penghisap |
| | 13. oven | |

3.2.2 Bahan

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| 1. sabut kelapa | 5. $K_2Cr_2O_7$ |
| 2. aquades | 6. <i>ferrous ammonium sulfate</i> |
| 3. NaOH | 7. indikator ferroin |
| 4. H_2SO_4 | |

3.3 Variabel

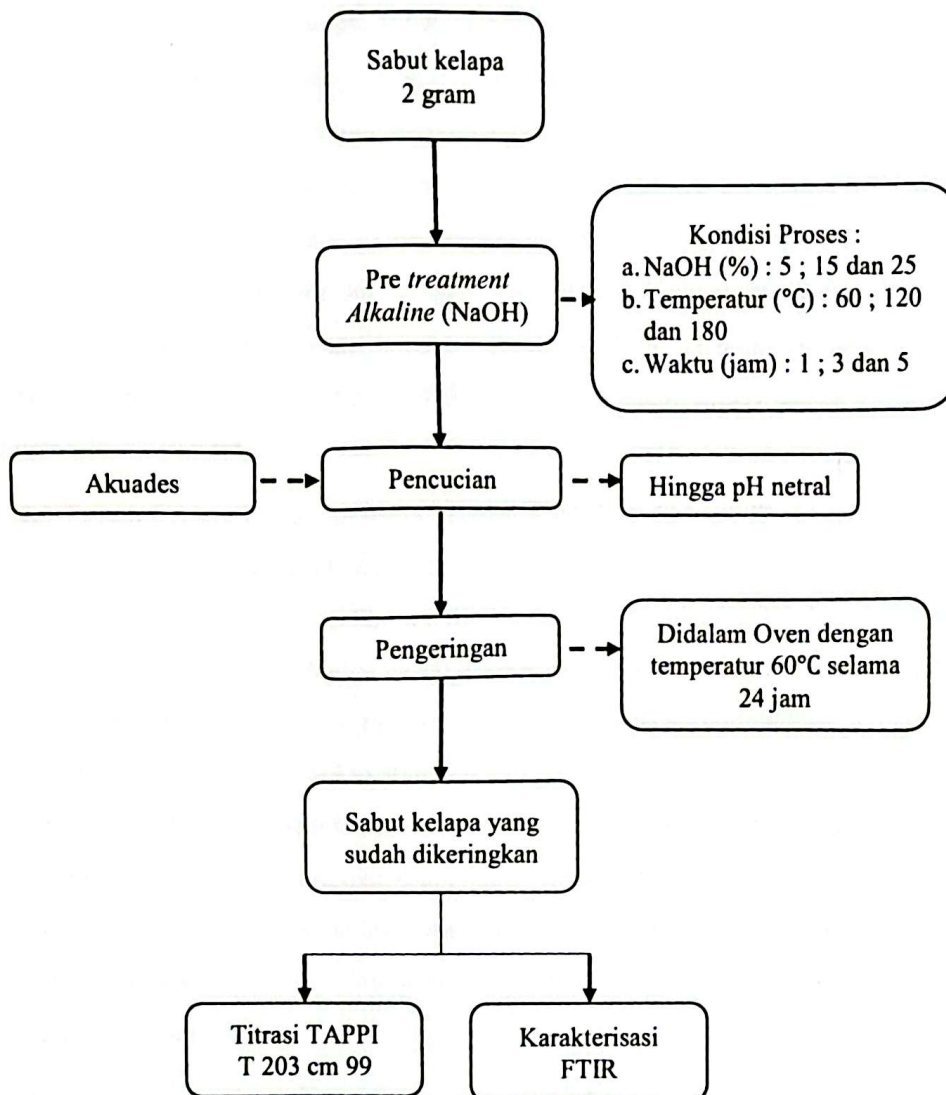
Variabel yang diamati dalam penelitian ini antara lain, konsentrasi NaOH, temperatur, dan waktu. Variasi konsentrasi NaOH, temperatur dan waktu dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum pada proses perlakuan alkali terhadap sabut kelapa. Mengenai variasi yang dilakukan pada penelitian ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 tentang matriks penelitian.

Tabel 3. 1 Matriks Penelitian Perlakuan Alkali Pada Sabut Kelapa

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (jam)	T (°C)
5	1	120
		180
	3	180
		60
		120
25	1	60
		180
	3	120
		120
		120
	5	60
		180
25	1	120
		180
	3	60
		120
	5	120
		60

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan untuk menyelesaikan pengambilan data, sehingga mendapatkan hasil yang diharapkan melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan bahan baku, perendaman sabut kelapa dengan NaOH, pencucian sabut kelapa, pengeringan dan titrasi dengan metode TAPPI T 203 cm 99, dimana sampai tahapan ini akan didapatkan kondisi optimum proses perlakuan alkali.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian Perlakuan Alkali Pada Sabut Kelapa

3.4.1 Persiapan Sabut Kelapa

Sabut kelapa diambil dari industri lokal, Serpong, Tangerang Selatan, Banten. Sabut kelapa diendapkan dalam gelas kimia dengan aquadest lalu dipanaskan di atas *hotplate* dengan temperatur 50°C selama 3 jam. Kemudian dibilas dengan air, disaring lalu dipanaskan dalam oven dengan temperatur 60°C selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan air.

3.4.2 Perlakuan Alkali

Sabut kelapa yang sudah dikeringkan selama 24 jam ditimbang sebanyak 2 gram lalu diendapkan dengan 100 mL NaOH 5; 15 dan 25% ke dalam 17 buah gelas kimia 250 mL. Kemudian sabut kelapa dipanaskan di atas *hotplate* pada temperatur 60; 120 dan 180°C dan diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan pengaduk 150 rpm pada waktu 1, 3 dan 5 jam. Setelah itu, sabut kelapa didinginkan terlebih dahulu, lalu bilas dengan air hingga pH netral. Selanjutnya sabut kelapa dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 60°C selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan air. Setelah dipanaskan sabut kelapa dimasukkan ke dalam plastik sampel.

3.4.3 Tahap Proses Titrasi dengan Metode TAPPI T 203 cm 99

Sampel yang sudah dikeringkan selama 24 jam diendapkan dengan 100 mL NaOH 17,5% ke dalam gelas kimia 250 mL catat waktu saat NaOH ditambahkan. Selanjutnya, sabut kelapa diaduk menggunakan *stirrer* selama 30 menit. Kemudian, ketika sabut kelapa tersebar rata pengadukan dilakukan menggunakan batang pengaduk. Setelah jangka waktu 30 menit dari penambahan pertama reaktan NaOH, tambahkan 100 mL aquades pada sabut kelapa dan diaduk secara menyeluruh. Selanjutnya, biarkan gelas di *waterbath* dalam waktu 30 menit sehingga total waktu ekstraksi 60 ± 5 menit. Setelah itu, pisahkan sabut kelapa dan filtrat dimasukkan ke dalam labu filtrasi bersih dan kering sebanyak 100 mL untuk menentukan kandungan hemiselulosa.

3.4.4 Tahap Penentuan Kandungan Hemiselulosa

Penentuan kandungan hemiselulosa dilakukan dengan cara pipet filtrat ke dalam gelas ukur sebanyak 50 mL lalu tambahkan 50 mL H₂SO₄ 3 N. Selanjutnya dilakukan perendaman di *bath* dengan rentang temperatur 70° – 90°C selama 10 menit. Setelah itu, biarkan filtrat mengendap selama beberapa jam untuk mendapatkan larutan yang jernih, lalu filtrat disaring. Selanjutnya pipet larutan jernih 50 mL, 10 mL K₂Cr₂O₇ 0,5 N dan 90 mL konsentrasi H₂SO₄ ke dalam erlenmeyer biarkan larutan tetap panas dari H₂SO₄ selama 15 menit. Tambahkan 50 mL aquadest pada temperatur kamar. Kemudian tambahkan 2 – 4 tetes indikator *ferroin*, lalu titrasi dengan larutan *ferrous ammonium sulfate* 0,1 N hingga warna

ungu. Selanjutnya membuat titrasi kosong dengan membuat larutan campuran dari 12,5 mL NaOH 17,5 %; 12,5 mL air dan 25 mL H₂SO₄ 3 N ke dalam erlenmeyer lalu dititrasi dengan larutan *ferrous ammonium sulfate* 0,1 N hingga warna ungu. Catat volume hasil titrasi untuk menentukan berapa persentase kandungan hemiselulosa yang ikut terlarut.

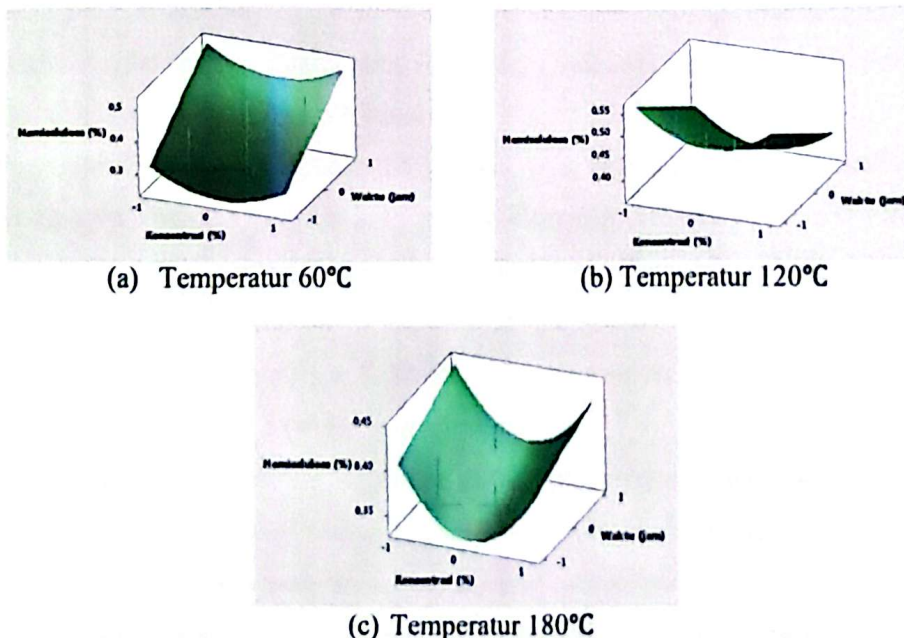
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sabut kelapa yang diberi perlakuan alkali pada penelitian ini diuji dengan beberapa pengujian untuk mengetahui kondisi proses yang optimal dan karakteristik sabut kelapa. Pengujian yang dilakukan adalah uji karakterisasi titrasi metode *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI) T 203 cm 99 dan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR).

4.1 Karakterisasi Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99

Karakterisasi titrasi metode TAPPI T 203 cm 99 untuk menentukan kondisi proses yang optimal pada perlakuan alkali terhadap sabut kelapa dan persentase kandungan hemiselulosa. Diperoleh hasil pengaruh variabel proses terhadap reduksi hemiselulosa, volume titrasi (mL), massa (g) sabut kelapa, titrasi kosong (mL) dan persentase hemiselulosa yang kemudian data tersebut diuraikan pada Gambar 4.1, Tabel 4.1 dan 4.2.



Gambar 4. 1 Interaksi Konsentrasi NaOH, Temperatur dan Waktu Terhadap Hemiselulosa

Tabel 4. 1 Hasil Analisis *Design of Experiment* Pada Perlakuan Alkali

Faktor	Koefisien	P-value
Regresi	-	0,1000
Konstan	34,7	0,000
Konsentrasi NaOH	-0,75	0,721
Temperatur	1,9	0,384
Waktu	3,9	0,097
Konsentrasi NaOH* Konsentrasi NaOH	6,3	0,072
Temperatur*Temperatur	3,5	0,271
Konsentrasi NaOH*Waktu	-1,7	0,559
Waktu*Temperatur	-8,5	0,021

Gambar 4.1 (a), (b) dan (c) menunjukkan hasil pengaruh interaksi pada proses reduksi hemiselulosa. Hasil menunjukkan pengurangan hemiselulosa terbesar dapat diproduksi pada tingkat konsentrasi NaOH rendah dan tinggi. Hasil positif ditunjukkan pada waktu pemrosesan yang lebih lama dan temperatur sedang, namun berefek negatif pada temperatur yang lebih tinggi yaitu terdegradasinya selulosa. Ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali bekerja optimal pada temperatur rendah dan waktu yang lebih lama. Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya menjelaskan bahwa penurunan kandungan hemiselulosa tertinggi pada konsentrasi NaOH yang rendah. Namun, masih belum dapat kejelasan mengapa kecenderungan penggunaan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi yaitu sekitar 17,5%. Jadi, perlu dilakukannya analisis yang lebih lanjut.

Tabel 4.1 menunjukkan nilai variabel yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan minitab 16. Dari hasil analisis didapat persamaan polinomial yang diprediksi untuk pengurangan hemiselulosa dituliskan sebagai berikut.

$$\% \text{ pengurangan hemiselulosa} = 34,7 - 0,75 (\% \text{ NaOH}) + 1,9 (\text{waktu}) + 3,9 (\text{temperatur}) + 6,3 (\% \text{ NaOH} \times \% \text{ NaOH}) + 3,5 (\text{temperatur} \times \text{temperatur}) - 1,7 (\% \text{ NaOH} \times \text{waktu}) - 8,5 (\text{waktu} \times \text{temperatur})$$

Pada grafik memiliki signifikansi 90% dari prediksi untuk pengurangan hemiselulosa dan R_2 adalah 77,5%. R_2 bernilai rendah disebabkan oleh variasi pada komposisi sabut kelapa yang tak dapat dikontrol sebagai produk alami. Hasilnya menunjukkan bahwa yang paling signifikan variabel yang mempengaruhi reduksi hemiselulosa adalah interaksi durasi dan suhu ($p\text{-value} = 0,021$).

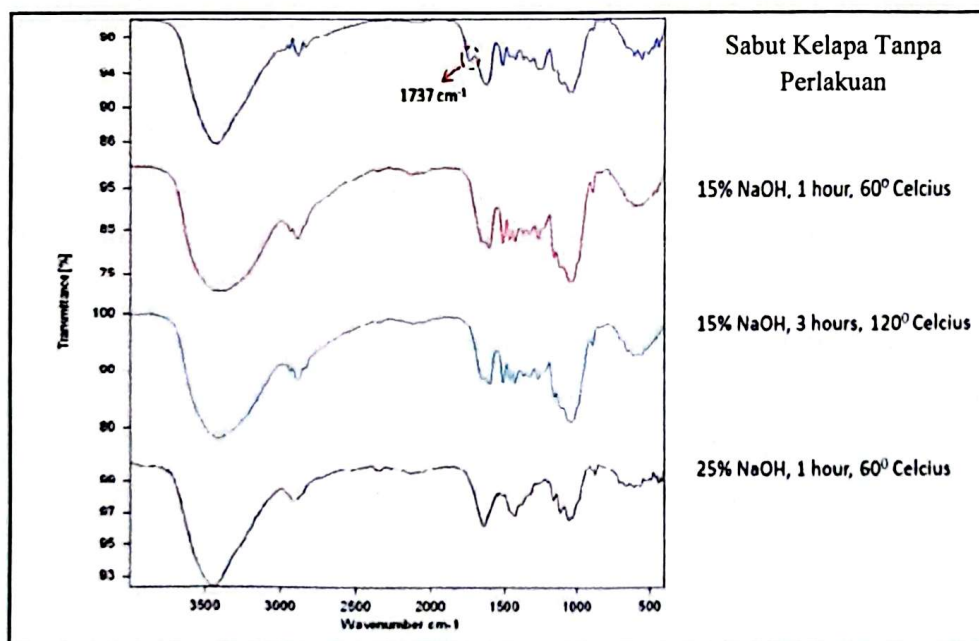
Tabel 4. 2 Hasil Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99 Pada Proses Perlakuan Alkali

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (jam)	Temperatur (°C)	Hemiselulosa 1 (%)	Hemiselulosa 2 (%)	Average (%)	Penurunan (%)	
5	1	120	1,38	1,43	1,40	40%	
		180	1,43	1,53	1,48	37%	
	3	60	1,43	1,18	1,31	44%	
		180	1,18	1,38	1,28	45%	
	5	120	1,33	1,23	1,28	45%	
		60	1,43	1,33	1,38	41%	
15	1	60	1,87	1,77	1,82	22%	
		180	1,77	1,72	1,75	25%	
	3	120	1,13	1,58	1,35	42%	
		120	1,20	1,51	1,60	44%	
	5	120	0,88	1,43	1,16	51%	
		60	1,33	1,23	1,28	45%	
	25	1	180	1,38	1,43	1,40	40%
			60	1,33	1,23	1,28	45%
		3	120	1,38	1,28	1,33	43%
60			1,58	1,28	1,43	39%	
5		180	2,02	1,92	1,97	16%	
		120	1,33	1,43	1,38	41%	

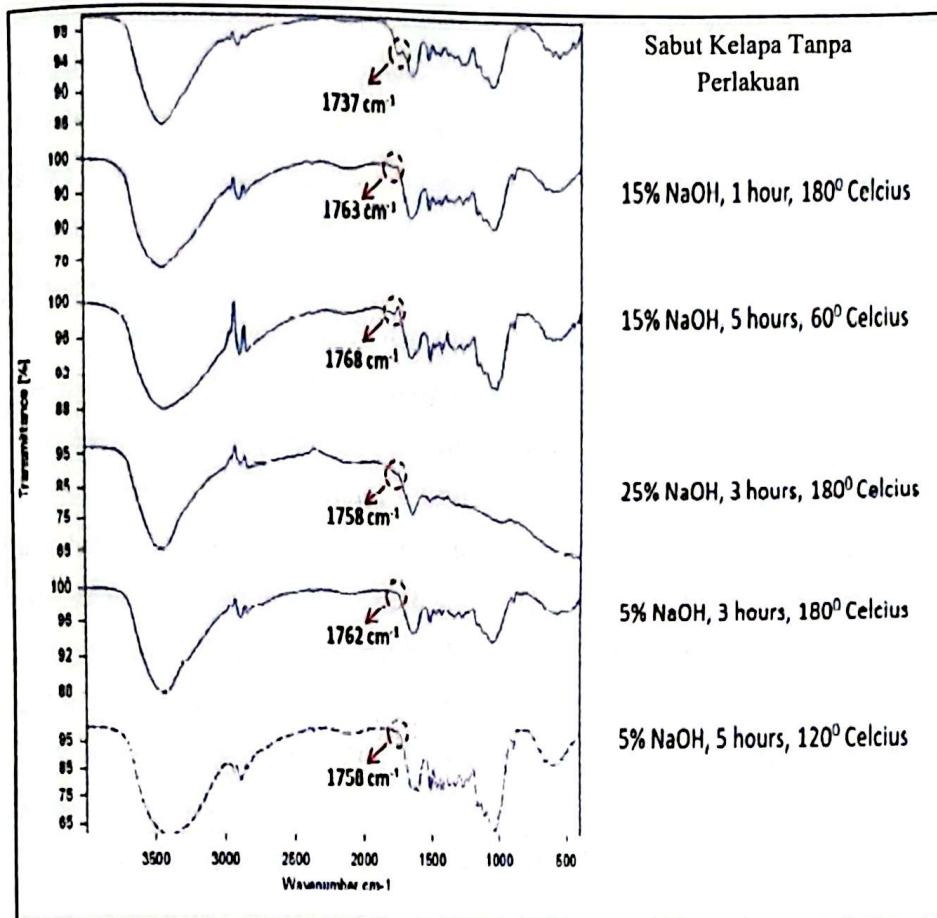
Tabel 4.2 menunjukkan persentase pengurangan hemiselulosa pada setiap sampel. Persentase penurunan hemiselulosa untuk semua sampel berkisar antara 16% sampai 51%. Dari hasil data pengukuran didapatkan pada kondisi proses (konsentrasi NaOH 15%, 1 jam, temperatur 180°C) persentase hemiselulosa yang terlarut lebih besar dibandingkan dengan sampel lainnya yaitu 51%. Sedangkan persentase terendah pada kondisi proses (konsentrasi NaOH 25%, 3 jam, temperatur 180°C) Hal ini disebabkan jika semakin tinggi konsentrasi NaOH maka rendemen pulp semakin rendah, kandungan selulosa yang didapat rendah dan kandungan hemiselulosa yang dihasilkan semakin tinggi. Pada temperatur yang terlalu tinggi, selulosa akan terdegradasi [22].

4.2 Karakterisasi *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*

Sabut kelapa yang telah diberi perlakuan alkali diuji dengan spektrofotometer FTIR Tensor 27 dengan Hyperion 2000 yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3



Gambar 4. 2 Sampel Spektra FT-IR dengan Persentase Penurunan Hemiselulosa Minimum



Gambar 4. 3 Sampel Spektra FT-IR dengan Persentase Penurunan Hemiselulosa Maksimum

Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan spektrum FT-IR pada persentase penurunan hemiselulosa minimum dan maksimum. Pada masing – masing sampel puncak pada 1737 cm^{-1} larut dalam pelarut alkali. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan ester antara hemiselulosa dan lignin berhasil dilepas. Analisa lebih lanjut pada Gambar 4.2 menunjukkan disamping hilangnya puncak di 1737 cm^{-1} terdapat puncak baru sekitar 1760 cm^{-1} yaitu kelompok asam karboksil $\text{C}=\text{O}$. Hal ini disebabkan oleh degradasi hemiselulosa dari mekanisme reaksi yang menghasilkan asam karboksilat [20].

menunjukkan perbandingan antara sabut kelapa tanpa perlakuan dengan sabut kelapa yang sudah dilakukan perlakuan alkali. Pada sabut kelapa tanpa perlakuan dan perlakuan alkali, didapatkan adanya puncak pada 2938 cm^{-1} dan

3439 cm^{-1} yang menunjukkan peregangan ikatan grup C-H dan O-H. Puncak yang terdapat di sekitar 1600 cm^{-1} hingga 1632 cm^{-1} menunjukkan penyerapan air. Dari kedua puncak tersebut berasal dari peregangan ikatan hidrogen dari grup hidroksil (OH) kepada struktur selulosa. Pembentukan serat selulosa yang terdapat pada puncak tersebut menunjukkan bahwa selulosa tidak larut dalam perlakuan secara kimiawi [20].

Kelompok gugus asetil dan ester pada hemiselulosa dan kelompok asam karboksil pada lignin ditunjukkan pada puncak di sekitar 1700 cm^{-1} yang ditunjukkan dengan gugus C=O. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 sabut kelapa dengan perlakuan alkali puncak sekitar 1700 cm^{-1} telah larut oleh NaOH, namun ada beberapa kondisi proses hemiselulosa serta lignin yang tidak terlarut. Pada spektra yang terbentuk yaitu puncak sekitar 1269 cm^{-1} dan 1270 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O-C (*aryl-alkyl ether*) yang menunjukkan masih terdapatnya polimer lignin dikarenakan adanya ikatan eter yang tidak larut. Pada puncak 897 cm^{-1} menunjukkan ikatan C-H β -glikosidik yaitu ikatan yang menghubungkan antara unit glukosa pada selulosa [18].

Penelitian yang dilakukan oleh Ansel dkk. (2013) pada perlakuan alkali dapat mengurangi ikatan hidrogen karena gugus karboksil yang beraksi dengan NaOH 4%. Penghilangan gugus karboksil dengan perlakuan alkali disebut dengan deesterifikasi. Puncak yang didapat antara 1736 dan 1740 cm^{-1} telah larut oleh perlakuan alkali [25]. Menurut Chandraharsa dkk. (2014) melakukan penelitian tentang pengembangan nanofiber dari sabut kelapa menyimpulkan proses perlakuan alkali menggunakan NaOH 5% pada temperatur 60°C dan 70°C banyak konten hemiselulosa yang telah larut dalam proses ini. Hilangnya hemiselulosa dalam proses ini dijelaskan dalam uji FT-IR pada sabut kelapa yaitu pengurangan puncak dari 1736 – 1068 cm^{-1} . [23].

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Hasil uji timpaan perlakuan alkali dengan metode FT-IR dan DSC adalah pada kondisi proses konsentrasi NaOH 15%, 1 jam, temperatur 180°C parameter kinematisnya yang terlihat yaitu 51%. Sedangkan parameter tersebut pada kondisi proses konsentrasi NaOH 25%, 5 jam, temperatur 180°C yaitu 17%.
2. Hasil FT-IR menunjukkan adanya kinematisnya dalam proses perlakuan alkali ditunjukkan pada puncak 1731 cm^{-1} dan 1163 cm^{-1} . Perlakuan alkali dapat menurunkan intensitas puncak untuk gugus fungsi non-selulosa, termasuk kinematisnya.
3. Pengaruh konsentrasi NaOH , temperatur dan waktu terhadap perlakuan alkali untuk menghilangkan kandungan kinematisnya pada suatu kelapa yaitu berpengaruh pada interval temperatur dan waktu. Lamanya perendaman pada proses perlakuan alkali dapat menyebabkan selulosa yang terintegrasi oleh senyawa NaOH . Temperatur tinggi pada perlakuan alkali dalam lamanya perendaman dapat berdampak pada muaknya struktur selulosa.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penelitian ini masih dapat dikembangkan dengan memperhatikan faktor - faktor yang mempengaruhi proses perlakuan alkali. Perlu adanya perhatian lebih pada proses perendaman terhadap temperatur, supaya tidak berubah - ubah selama proses berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

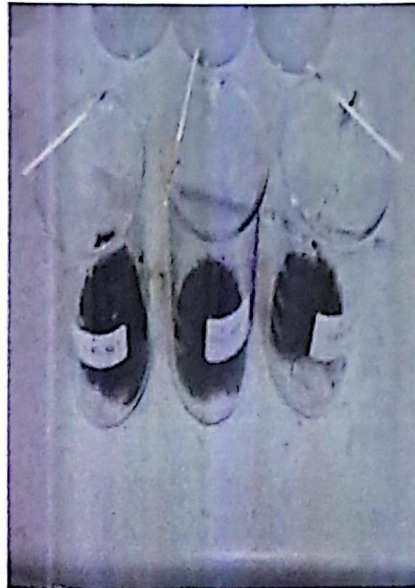
1. Moon, R.J. 2011. Cellulose: Nanomaterials Review: Structure, Properties and Nanocomposites. *Chemical Society*, 4, 2341-2354.
2. Thamm, K.; Wistarew, A. P.; Swaleson, D.; Livia, I. 2016. Manufacturing process of cellulose whiskers/polyester. *Composites Science and Technology*, 66, 2774-2784.
3. Anjary, N.; Jangari, N.; Schavara, W.; Jernome, C.; Egan, W.; Jeyaram, J. 2010. Influence of homogenization and drying on the thermal stability of microfibrillated cellulose. *Polymer Degradation and Stability*, 95(3), 304-314.
4. Institut Pendidikan Kelapa Indonesia 2015 - 2017
5. Alimudin, E., Despa, B., Poljana, I. A., Jacovic, W., Thomas, S., Cvehanik, L., et al. 2011. Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach. *Carbohydrate Polymers*, 86, 1463-1475.
6. Liu, G. dan Sun, J. 2004. Effect of Culture and Medium Conditions on Hydrogen Production of Sarcin Using Anaerobic Bacteria. *Journal of Biotechnology and Bioengineering*, vol. 99, pp. 251-256.
7. Azizi Samir, W. A. S., Alim, F., & Dufresne, A. 2015. Review of recent research into cellulose whiskers, their properties. *Biomacromolecules*, 6, 612-626.
8. Jayaraman, K. G., Arizaga, G. G. C., & Węgrzyn, F. (2009). Biodegradable composites based on lignocellulosic fibres - An overview. *Progress in Polymer Science*, 34, 982-1021.
9. Sanchez, O.; Sierra, R.; Almediga-Diaz, C. J. 2011. Deignification Process of Agro-Industrial Wastes as Alternative to Obtain Fermentable Carbohydrates for Producing Fuel.

10. Badan Litbang Pertanian, 2014
11. J. Zhang, Thomas, J. Elder, Yunqiao Pu, Arthu J. Ragauskas, *Carbohydrate Polymer*. 607-611 (2007).
12. A. Mandal, and D. Charabarty, *Carbohydrate Polymers*, 86 1291-1299 (2011).
13. Abraham, E., Deepa, B., Pothan, L. A., Cintil, J., Thomas, S., John, M. J., et al. (2013). Environmental friendly method for the extraction of coir fibre. *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 1477–1483.
14. Y. Gao, J. Chen, Z. Zhang, D. Fox, *Composite Structures*, 96 (2013)
15. Perez, J.; Muñoz-Dorado; Martinez, J., *Biodegradation and Biological of Cellulose, Hemicellulose and Lignin : an overview*, 2002.
16. Mohd Hafiz Slehudin, Eraricar Saleh, Ida Idayu Muhammad, Siti Nur Hana Mamat. *Cellulos Isolation and Its Fabrication Into Bio-Polymer : a Review. Journal of Agricultural and Food Engineering*. 2012
17. Oksman, K.; Mathew, A. P.; Bondeson, D.; Kvien, L, *Biological conversion of lignocellulosic biomass to ethanol. J Biotechnol* 56:1–24, 2006, 66, 2776–2784
18. Ibrahim, Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.-P. & Bohn, A. (1998). Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie International Edition*, 44, 3358–3393.
19. Brinchi L, Cotana F, Fortunati E dan Kenny JM 2013. *Karbohidrat Polymer*. 94 154-169.
20. Jonoobi, M., Harun, J., Shakeri, A., Misra, M., & Oksman, K. (2009). Chemical com-position, crystallinity, and thermal degradation of bleached and unbleached kenaf bast (*Hibiscus cannabinus*) pulp. *BioResources*, 4(2), 626–639.
21. Li, J.; Wei, X.; Wang, Q., *Homogeneous isolation of cellulose from sugarcane bagasse by high pressure homogenization. Carbohydrate Polymers*, 2012, 90(4), 1609–1613

LAMPIRAN A
GAMBAR SAMPEL PENELITIAN



Gambar 1 sampel yang diendapkan
NaOH 5, 15, dan 25%



Gambar 2 sampel yang sudah
dibilas dengan aquades hingga pH
netral



Gambar 3 sabut kelapa setelah
dikeringkan

LAMPIRAN B
TITRASI METODE TAPPI T 203 cm 99
DAN TABEL HASIL UJI FT-IR



Gambar 4 hasil rendemen sampel yang diendapkan NaOH 17,5%



Gambar 5 sampel yang telah ditambahkan larutan $K_2Cr_2O_7$ sebelum titrasi



Gambar 6 sampel setelah titrasi

Tabel 1 Hasil Titrasi Metode TAPPI T 203 cm 99

Konsentrasi NaOH (%)	Waktu (jam)	Temperatur (°C)	Titrasi 1		Titrasi 2		Titrasi kosong (mL)	Hemiselulosa 1 (%)	Hemiselulosa 2 (%)	Average (%)	Penurunan (%)
			Massa (g)	Volume (mL)	Massa (g)	Volume (mL)					
5	1	120	1,1638	10,2	1,163	10,1	13	1,38	1,43	1,40	40%
		180	1,166	10,1	1,1627	9,9	13	1,43	1,53	1,48	37%
	3	60	1,1625	10,1	1,1632	10,6	13	1,43	1,18	1,31	44%
		180	1,1641	10,6	1,1655	10,2	13	1,18	1,38	1,28	45%
	5	120	1,1649	10,3	1,1627	10,5	13	1,33	1,23	1,28	45%
		60	1,1622	10,1	1,1631	10,3	13	1,43	1,33	1,38	41%
15	1	60	1,1637	9,2	1,1641	9,4	13	1,87	1,77	1,82	22%
		180	1,1665	11,2	1,1636	9,5	13	1,77	1,72	1,75	25%
	3	120	1,1651	10,7	1,1622	9,8	13	1,13	1,58	1,35	42%
		120	1,1621	9,9	1,1618	9,6	13	1,20	1,51	1,60	44%
	5	120	1,1655	9,4	1,1664	10,1	13	0,88	1,43	1,16	51%
		60	1,1654	10,3	1,1655	10,5	13	1,33	1,23	1,28	45%
25	5	180	1,1636	10,2	1,1629	10,1	13	1,38	1,43	1,40	40%
		60	1,1635	10,3	1,1651	10,5	13	1,33	1,23	1,28	45%
	1	120	1,1604	10,2	1,1633	10,4	13	1,38	1,28	1,33	43%
		60	1,1635	9,8	1,1626	10,4	13	1,58	1,28	1,43	39%
	3	180	1,1659	8,9	1,1651	9,1	13	2,02	1,92	1,97	16%
		120	1,1644	10,3	1,1643	10,1	13	1,33	1,43	1,38	41%