

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SELULOSA HASIL ISOLASI DARI
LIMBAH SIWALAN (*Borassus flabellifer* L.) DAN
KELAPA (*Cocos nucifera* L.)**

SKRIPSI

Oleh :

KITMANUL ASRORI

NIM. 15670068



**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2021

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SELULOSA HASIL ISOLASI DARI
LIMBAH SIWALAN (*Borassus flabellifer* L.) DAN
KELAPA (*Cocos nucifera* L.)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :

Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2021

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SELULOSA HASIL DARI LIMBAH
SERABUT SIWALAN (*Borassus flabellifer* L) DAN SERABUT KELAPA
(*Cocos nucifer* L)**

SKRIPSI

Oleh :

KITMANUL ASRORI

NIM.15670060

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:

Tanggal : 15 Juni 2021

Pembimbing I



Dr. Begum Fauziah, S.Si, M.Farm.
NIP: 19830628 200912 2 004

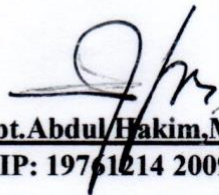
Pembimbing II



Dewi Sinta Megawati, M.Sc
NIP: 19840116 2017010 12 125

Mengetahui,

Ketua Program Studi Farmasi



apt. Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm
NIP: 19761214 200912 1 002

**PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SELULOSA HASIL ISOLASI DARI
LIMBAH SERABUT SIWALAN (*Borassus flabellifer* L.) DAN
SERABUT KELAPA (*Cocos nucifera* L.)**

SKRIPSI

Oleh :

KITMANUL ASRORI

NIM. 15670068


**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm)**

Tanggal :

**Ketua Penguji : Dewi Sinta Megawati, M.Sc
NIP. 19840116 20170101 2 125**


(.....)

**Anggota Penguji 1. apt. Siti Maimunah, M.Farm
NIP. 19870408 20160801 2 084**


(.....)

**2. Dr. Begum Fauziah, S.Si., M. Farm
NIP. 19830628 200912 2 004**


(.....)

**3. apt. Hajar Sugihantoro, M.P.H.
NIP. 19851216 20160801 1 086**


(.....)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Farmasi



apt. Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm

NIP. 19761214 200912 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kitmanul Asrori

NIM : 15670068

Program studi : Farmasi

Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Judul Penelitian : Perbandingan Karakteristik Selulosa Hasil Isolasi Dari Limbah Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) dan Kelapa (*Cocos nucifera* L.)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Kitmanul Asrori
NIM. 15670068

MOTTO

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia ialah yang bermanfaat bagi manusia lainnya”

**Don't worry when you're not recognize, but strive to be worthy of
recognitizion**

**Jangan engkau seperti iblis, hanya melihat air dan lumpur ketika
memandang Adam, lihatlah di balik lumpur beratur-ratus ribu taman yang
indah –Rumi–**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamiin. Dengan senantiasa memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT beserta Nabi Muhammad SAW sehingga dapat melaksanakan pencarian ilmu dan dapat menyelesaikannya dengan baik.

Dengan rasa syukur yang mendalam, kupersembahkan tulisan karya ini kepada :

1. Kedua orang tuaku, Bapak Mukhtiali dan Ibu Sumarni serta sanak keluarga yang senantiasa memberi dukungan yang terbaik dalam bentuk doa, ridha, semangat dan kasih sayang yang tak pernah putus, sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Dr. Begum Fauziah, S.Si, M.Farm selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Dewi Sinta Megawati, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. apt. Siti Maimunah, M.Farm selaku penguji utama pada ujian skripsi ini.
5. Segenap dosen dan karyawan yang telah memberikan bimbingan serta fasilitas pendidikan yang baik bagi penulis.
6. apt. Sentot Purwandi, S.Si, M.T General Manager PT. Hisamitsu Pharma Indonesia yang telah memberikan support pada penelitian ini.
7. Y.A Ermandy yang telah memberikan dorongan kepada penulis untuk segera menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Choirul Zaniah yang telah menjadi rekan diskusi bagi penulis.
9. Semua rekan-rekan farmasi yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
10. Segenap keluarga besar PMII Rayon "Penyelamat" Dja'far Saifuddin Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan yang telah menjadi keluarga selama penulis menjalankan penelitian ini.
11. Serta semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan bantuan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Karakteristik Selulosa Hasil Isolasi Dari Limbah Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) dan Kelapa (*Cocos nucifera* L.)”** ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita ke jalan yang benar, yaitu jalan yang diridhai Allah SWT.

Penulis sadar bahwa proposal skripsi ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, pengarahan, dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya, serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. dr. Yuyun Yueniwati P.W, M.Kes., Sp.Rad (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. apt. Abdul Hakim, M.P.I., M.Farm., selaku Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Begum Fauziyah, S. Si., M. Farm. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik.
5. Dewi Sinta Megawati, M. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik.
6. Apt. SitiMaimunah, M.Farm., selaku penguji utama pada ujian seminar proposal skripsi ini.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu serta memberikan semangat tiada putus dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Apt. SentotPurwandi, S, Si. M.T. General Manager PT. Hisamitsu Pharma Indonesia yang telah memberikan support pada penelitian ini.
9. Serta semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini baik secara materiil maupun moril.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan proposal skripsi ini dan penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamualaikum Wr.W

Malang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.4.1 Manfaat Akademik	7
1.4.2 Manfaat Praktis	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tanaman Siwalan (<i>Borassus flabellifer L</i>).....	9
2.1.1 Morfologi dan Taksonomi	9
2.1.2 Buah Siwalan (<i>Borassus flabellifer L</i>).....	10
2.2 Tanaman Kelapa (<i>Cocos nucifera L</i>).....	11
2.2.1 Morfologi dan Taksonomi	11
2.2.2 Buah Kelapa (<i>Cocos nucifera L</i>)	13
2.3 Komponen Kimia	14
2.3.1 Selulosa	14
2.3.2 Hemiselulosa	15
2.3.3 Lignin	17
2.4 Selulosa	18
2.4.1 Definisi Selulosa	18
2.4.2 Pembagian Serat Selulosa.....	21
2.5.1 Proses Asam.....	23
2.5.2 Proses Alkali	23
2.5.3 Proses Oksidasi	24

BAB III KERANGKA KONSEPTUAL	26
3.1 Kerangka Konseptual.....	26
3.2 Uraian Kerangka Konsep.....	27
3.3 Hipotesis.....	28
BAB IV METODE PENELITIAN	29
4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	29
4.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
4.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	29
4.3.1 Variabel Penelitian.....	29
4.3.2 Definisi Operasional.....	29
4.4 Alat dan Bahan.....	30
4.4.1 Alat.....	30
4.4.2 Bahan.....	30
4.5 Prosedur Penelitian.....	31
4.5.1 Bahan Baku.....	31
4.5.1.1 Pengambilan Bahan Baku.....	31
4.5.1.2 Determinasi.....	31
4.5.1.3 Preparasi Bahan Baku.....	31
4.5.2 Isolasi Selulosa.....	32
4.5.3 Karakterisasi Selulosa.....	32
4.5.3.1 <i>Fourier Transform InfraRed (FTIR)</i>	32
4.5.3.2 Karakterisasi Fisik.....	33
4.6 Rancangan Penelitian.....	35
4.6.1 Preparasi Bahan.....	35
4.6.2 Isolasi Selulosa.....	36
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	37
5.1 Bahan Baku.....	37
5.1.1 Pemanfaatan Limbah dalam Pandangan Islam.....	37
5.1.2 Pengambilan Sampel dan Determinasi.....	38
5.1.3 Preparasi Bahan Baku.....	39
5.2 Isolasi Selulosa.....	41
5.3 Karakterisasi Selulosa.....	44
5.3.1 Karakterisasi Selulosa Menggunakan FTIR.....	44
5.3.2 Pemeriksaan Organoleptis.....	45
5.3.3 Pemeriksaan pH.....	46
5.3.4 Pemeriksaan Kadar Air.....	47
5.3.5 <i>Powder Properties</i>	47
BAB VI	54
PENUTUP	54
6.1 Kesimpulan.....	54
6.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan kimia buah Siwalan.....	11
Tabel 2.2 Kandungan kimia buah Kelapa.	14
Tabel 4.1 Hasil Karakteristik Fisik Selulosa.	33
Tabel 5. 1 Analisis gugus fungsi selulosa Siwalan, selulosa Kelapa, dan selulosa standar	45
Tabel 5.2 Skala <i>Powder Properties</i>	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Siwalan	10
Gambar 2.2 Tanaman Kelapa (<i>Cocos nucifera L</i>).....	12
Gambar 2.3 Struktur Sel Lignoselulosa.....	16
Gambar 2.4 Struktur Kimia Lignin (Lankinen, 2004).....	18
Gambar 2.5 Struktur Kimia Selulosa (Setiyawan,2010)	20
Gambar 2.6 Struktur Kimia α Selulosa (Nuringtyas, 2010)	22
Gambar 2.7 Struktur Kimia β Selulosa (Nuringtyas, 2010).	22
Gambar 3.1 Peta Konseptual	26
Gambar 4.1 Skema Preparasi Bahan	35
Gambar 4.2 Skema Isolasi Selulosa	36
Gambar 5.1 (A) Serabut Siwalan (B) Serabut Kelapa.....	38
Gambar 5.2 (A) Serbuk Siwalan (B) Serbuk Kelapa.....	39
Gambar 5.3 (A) Kadar air Siwalan (B) Kadar air Kelapa	40
Gambar 5.4 Komponen lignoselulosa (Zhou <i>et al.</i> , 2010).	41
Gambar 5.5 Isolasi Selulosa (A) serabut Siwalan dan (B) serabut Kelapa	42
Gambar 5.6 Rendemen selulosa (A) serabut Siwalan dan (B) serabut Kelapa. 44	
Gambar 5.7 Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR Selulosa (A) serabut Siwalan (B) serabut Kelapa (C) standar.....	44
Gambar 5.8 Penampakan Selulosa (A) serabut Siwalan, (B) serabut Kelapa, dan (C) Standar	46
Gambar 5.9 Hasil pemeriksaan pH Selulosa (A) serabut Siwalan, (B) serabut Kelapa, dan (C) standar.....	46
Gambar 5.10 Hasil uji kadar air selulosa (A) serabut Siwalan, B) serabut Kelapa, dan C) standar	47
Gambar 5.11 Hasil uji <i>bulk density</i> (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar	48
Gambar 5.12 Hasil uji <i>tapped density</i> (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar	50
Gambar 5.13 Hasil uji <i>angle of repose</i> (A) selulosa siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar	51
Gambar 5.14 Hasil uji <i>Carr's Index</i> (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar	52
Gambar 5.15 Hasil uji <i>Hausner ratio</i> (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar	53

DAFTAR SINGKATAN

APBN	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
BPS	: Badan Pusat Statistik
Ca(OH) ₂	: Kalsium Hidroksida
C ₂ H ₄ O ₃	: Asam Glikolat
DP	: Derajat Polimerisasi
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
KOH	: Kalium Hidroksida
HCl	: Hidrogen Klorida
HNO ₃	: Asam nitrat
H ₂ O ₂	: Hidrogen Peroksida
H ₂ SO ₄	: Asam Sulfat
H ₃ PO ₄	: Asam Fosfat
MUI	: Majelis Ulama Indonesia
NaOH	: Natrium Hidroksida
NH ₄ OH	: Amonium Hidroksida

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Limbah	59
Lampiran 2. Preparasi Bahan	60
Lampiran 3. Hasil Determinasi Tanaman Siwalan.....	63
Lampiran 4. Proses Isolasi Selulosa	64
Lampiran 5. Gambar Proses Isolasi Selulosa	65
Lampiran 6. FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	66
Lampiran 7. Karakteristik Fisik dan <i>Powder Properties</i>	67
Lampiran 8. <i>Powder Properties</i>	68
Lampiran 9. Perhitungan dan Pembuatan Larutan Isolasi Selulosa	69

ABSTRAK

Asrori. Kitmanul. 2021. Perbandingan Karakteristik Selulosa Hasil Isolasi dari Limbah Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) dan Kelapa (*Cocos nucifera*). Skripsi. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing I : Dr. Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm.,

Pembimbing II : Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Abstract— Kebutuhan selulosa di Indonesia masih dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri. Siwalan mengandung selulosa 89,2% sedangkan kelapa mempunyai kandungan selulosa 44,43%. buah Siwalan (*Borassus flabellifer* L) dan buah Kelapa (*Cocos nucifera* L) merupakan limbah yang masih belum optimal penggunaannya. Selulosa Siwalan dan selulosa kelapa akan diuji berdasarkan spektra FTIR dan karakteristik fisik dan dibandingkan dengan standar. Metode yang digunakan ialah hidrolisis asam menggunakan Asam Nitrat (HNO_3) dan delignifikasi menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH). Proses bleaching menggunakan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dilakukan dua kali pada setelah hidrolisis asam dan delignifikasi. Karakterisasi selulosa dilakukan menggunakan uji FTIR dan karakteristik fisik meliputi organoleptis, kadar air, pH, dan *powder properties bulk density, tapped density, angle of repose, car" s index, dan hausner ratio*. Profil FTIR menunjukkan bahwa selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa memiliki spektra yang identik dengan selulosa standar. Berdasarkan karakteristik fisik selulosa serabut Siwalan memiliki bentuk serabut berwarna putih dan selulosa serabut Kelapa berbentuk serbuk berwarna putih kekuningan. Nilai kadar air keduanya telah memenuhi persyaratan. Perbedaan Nampak pada pH dimana pH selulosa serabut Kelapa melebihi pH yang dipersyaratkan. Uji powder properties menunjukkan bahwa selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa mempunyai nilai yang berbeda dengan selulosa standar.

Kata kunci: Selulosa, Serabut Siwalan, Serabut Kelapa, FTIR, Karakteristik Fisik, *Powder Properties*

ABSTRACT

Asrori. Kitmanul. 2021. Comparison of Characteristics of Cellulose Isolated from Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) and Coconut (*Cocos nucifera*) Fiber Waste. Thesis. Pharmacy Study Program, Faculty of Medicine and Health Sciences, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang.

Supervisor I : Dr. Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm.,

Supervisor II: Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Abstract— Cellulose needs in Indonesia are still met by importing from abroad. Siwalan contains 89.2% cellulose while coconut has 44.43% cellulose content. Siwalan fruit (*Borassus flabellifer* L) and coconut fruit (*Cocos nucifera* L) are wastes that are still not optimally used. Siwalan cellulose and coconut cellulose will be tested based on FTIR spectra and physical characteristics and compared with the standard. The method used is acid hydrolysis using Nitric Acid (HNO_3) and delignification using Sodium Hydroxide (NaOH). The bleaching process using Hydrogen Peroxide (H_2O_2) was carried out twice after acid hydrolysis and delignification. Cellulose characterization was carried out using FTIR test and physical characteristics include organoleptic, moisture content, pH, and powder properties bulk density, tapped density, angle of repose, car's index, and haussner ratio. The FTIR profile showed that Siwalan fiber cellulose and Coconut fiber cellulose had identical spectra with standard cellulose. Based on the physical characteristics, Siwalan fiber cellulose has a white fiber shape and Coconut fiber cellulose is a yellowish white powder. Both the water content values have met the requirements. The difference appears in the pH where the pH of the coconut fiber cellulose exceeds the required pH. Powder properties test showed that Siwalan fiber cellulose and Coconut fiber cellulose had different values from standard cellulose. Based on the physical characteristics, Siwalan fiber cellulose has a white fiber shape and Coconut fiber cellulose is a yellowish white powder. Both the water content values have met the requirements.

Keywords- Cellulose, Siwalan Fiber, Coconut Fiber, *Borassus flabellifer* L, *Cocos nucifera* L, FTIR, Spectra, Powder Properties

مستخلص البحث

أسرار. كتمان. مقارنة خصائص السليلوز المعزول من نفايات ألياف (*Borassus flabellifer* L). وجوز الهند (*Cocos nucifera*). أطروحة. برنامج دراسة الصيدلة ، كلية الطب والعلوم الصحية جامعة الإسلام نيجري

المشرف الأول: دكتورة بيجوم فوزية ، إس سي ، مزارع مزرعة
المشرف الثاني: ديوي سينتا ميجاواتي ، ماجستير.

البحث مستخلص - لا تزال احتياجات السليلوز في إندونيسيا تعتمد على الاستيراد من الخارج. تحتوي ألياف النخيل على 89.2% من السليلوز بينما تحتوي ألياف جوز الهند على 43.44% من محتوى السليلوز. لم يتم استخدام نفايات ألياف فاكهة النخيل (*Borassus flabellifer* L) وألياف جوز الهند (*Cocos nucifera* L) على النحو الأمثل. سيتم اختبار السليلوز المصنوع من ألياف Siwalan وألياف جوز الهند على أساس أطياف FTIR والخصائص الفيزيائية ومقارنتها بالمعايير. كانت الطريقة المستخدمة هي التحلل المائي للحمض باستخدام حمض النيتريك (HNO_3) وإزالة اللجنين باستخدام هيدروكسيد الصوديوم (NaOH). تم إجراء عملية التبييض باستخدام بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) مرتين بعد التحلل المائي الحمضي وإزالة اللجنين. تم إجراء توصيف السليلوز باستخدام اختبار FTIR وتضمنت اختبارات الخصائص الفيزيائية الحسية ، ودرجة الحموضة ، ومحتوى الرطوبة ، وخصائص المسحوق ؛ الكثافة الظاهرية ، كثافة الضغط ، زاوية الراحة ، مؤشر السيارة ، ونسبة هاوسنر. أظهر ملف FTIR أن السليلوز من ألياف النخيل وألياف جوز الهند لهما قمم لا يمتلكها إلا السليلوز القياسي في مساحة 1637.56 سم⁻¹ (سليلوز ألياف النخيل) و 1654.92 سم⁻¹ (ألياف ألياف جوز الهند) مما يشير إلى وجود - سندات OH. بناءً على الخصائص الفيزيائية ، يتميز السليلوز المصنوع من ألياف النخيل وألياف جوز الهند بخصائص فيزيائية مختلفة. تم توضيح الاختلاف المهم من خلال رقم الأس الهيدروجيني لسليلوز ألياف جوز الهند الذي كان أكبر من سليلوز ألياف النخيل ، كما أنه لم يلبي المتطلبات المحددة. بناءً على قيمة خصائص المسحوق ، كان السليلوز المصنوع من ألياف النخيل وألياف جوز الهند مختلفًا عن السليلوز القياسي. كانت هذه الاختلافات ناتجة عن المطحنة نفسها لأنها غير متوافقة.

كلمات مفتاحية- السليلوز ، ألياف سيوالان ، ألياف جوز الهند ، بوراسوس فلابيليفر إل ، كوكوس نوسيفيرا إل ، فتيير ، سبكترا ، خصائص المسحوق

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang besar memiliki kekayaan alam melimpah yang dapat diolah lebih lanjut untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Salah satunya adalah kekayaan akan serat alam yang tersusun dari selulosa (serat selulosa). Selulosa merupakan komponen struktural utama dinding sel dari tanaman hijau. Untuk mendapatkan serat selulosa dari tumbuhan harus dilakukan beberapa perlakuan untuk mengekstraksi selulosa keluar dari dinding sel tersebut dan disusun menjadi serat. Potensi ketersediaan serat selulosa yang besar dari tumbuhan ini dapat dikembangkan lebih lanjut lagi untuk menghasilkan produk yang lebih bermanfaat dan bernilai tinggi.

Selulosa dan turunannya masih harus diimpor dari luar negeri sehingga memerlukan biaya yang mahal. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2013, diperoleh data bahwa tingginya kebutuhan selulosa di Indonesia masih dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri. Indonesia merupakan salah satu penghasil tekstil terbesar di dunia, kebutuhan akan selulosa dan turunannya menjadikan APBN Indonesia untuk impor bahan baku ini cukup tinggi, sehingga membebani ongkos produksi produk yang membutuhkan selulosa dalam negeri. Selain itu juga, ketergantungan ini tidak menguntungkan, karena jika timbul fluktuasi harga di negara lain, maka harga produk-produk yang menggunakan selulosa dan turunannya sebagai bahan baku akan ikut terpengaruh. Perlu

dilakukan upaya mendapatkan sumber alternatif bahan dasar selulosa dan turunannya dengan memanfaatkan bahan dasar yang tersedia di Indonesia.

Untuk memaksimalkan pengambilan serat selulosa dari tanaman hijau, beberapa tahapan metode pengisolasian dapat diaplikasikan, seperti metode mekanis sederhana (Nakagaito, 2004), campuran metode kimiawi dan mekanik (Dufresne, 2000), serta pendekatan metode enzim (Wan, 2006). Telah dilakukan sebelumnya penelitian tentang pengambilan serat selulosa dari beberapa sumber tanaman hijau, seperti jerami padi (Ping, 2012), tanaman pisang (Silviya, 2010), hingga ampas Tebu (Supranto S dkk., 2015).

Karakteristik serat selulosa antara lain muncul karena adanya struktur kristalin dan amorf serta bersifat hidrofilik (suka air) dan biodegradabiliti. Sebagai kandidat serat alam yang mengandung serat selulosa, tanaman yang berpotensi adalah buah Siwalan (*Borassus flabellifer L*) dan buah Kelapa (*Cocos nucifera L*). tanaman Siwalan (*Borassus flabellifer L*) merupakan tanaman yang dapat menghasilkan buah di setiap musim. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) (2019), menyebutkan bahwa terdapat sekitar 1.3 Juta gelondong Siwalan di Indonesia, sementara produksi buah kelapa sebanyak 2,8 juta ton pada tahun 2019.

Serabut Siwalan dan serabut Kelapa merupakan salah satu limbah perkebunan yang diketahui memiliki banyak kandungan serat kasar. Serat kasar terdiri dari senyawa lignoselulosa (senyawa kompleks lignin, selulosa, dan hemiselulosa). siwalan merupakan limbah padat dari industri gula merah, nira,

legen, serta limbah dari makanan yang bersumber dari siwalan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia (Rahmadiono, 1998).

Sampai saat ini pemanfaatan tanaman siwalan dan kelapa hanya terbatas pada buah dan batangnya saja, sedangkan serabut atau kulitnya merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Dewati (2010), pada penelitiannya berhasil mengisolasi selulosa dari Siwalan sebesar 89,2% menggunakan proses alkali. Selulosa yang berhasil diisolasi dari kelapa sebesar 43,44% menggunakan proses asam dan proses alkali (Tyas, 2010). Beberapa hasil penelitian di atas menjadi daya tarik tersendiri bagi peneliti untuk melakukan penelitian isolasi selulosa dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa.

Pemanfaatan bahan tak terpakai atau limbah sampah diperlukan juga untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Bahan tak terpakai bukan berarti dibuang dan tidak dapat dimanfaatkan. Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu tanpa adanya kesia-siaan (*mudharat*) seperti yang tercantum dalam Al-Qur'an Surat Ali Imran ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ الْأَرْضِ السَّمَوَاتِ
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ بَاطِلًا هَذَا سُبْحَانَكَ قَنَافَ عَذَابِ النَّارِ

Artinya : “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.” (Kementrian Agama, 2002).

Imam Jalaludin As-Suyuthi (2005) dalam Kitab Tafsir Al-Jalalain menyatakan bahwa ayat tersebut menceritakan orang-orang yang berpikir bahwa Allah SWT. menciptakan segala sesuatu yang ada di antara bumi dan langit tanpa

sia-sia. Kata *maa* (ما) pada ayat tersebut dalam Bahasa Arab menunjukkan makna segala sesuatu dalam artian ini adalah segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah SWT. Bahkan pada dua ayat sebelumnya Imam Jalaludin menkhususkan bahwa Allah SWT pencipta dan pemilik tumbuh-tumbuhan, hujan dan segala sesuatu yang ada di bumi dan langit. Dari uraian ayat dan penafsiran tersebut, segala bentuk limbah dapat dimanfaatkan agar tidak terbuang percuma apabila diolah dengan menggunakan studi dan metode yang tepat. Demikian juga dalam firman Allah QS. Sad/38: 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ذَلِكَ ظَنَّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ۗ ٢٧

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka” (Kemenag, 2002).

Ayat diatas menyatakan “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada antara keduanya” seperti udara dan tentu Kami semua tidak menciptakan kamu semua dengan batil yang sia-sia tanpa hikmah. Kata *wauw* pada awal ayat di atas dapat dipahami dalam arti dan, dengan jalan memunculkan dalam benak satu kalimat sebelumnya, misalnya: tidak ada yang sia- sia dalam segala ketetapan Kami, dan Kami tidak menciptakan seterusnya. Kata *bathilan* dapat berarti sia-sia tanpa tujuan atau dengan permainan (M. Quraish Shihab, 2012).

Kedua ayat di atas menjelaskan tentang keseimbangan antara benda yang terpakai dengan benda tak terpakai. Kuasa Allah yang telah menciptakan segala sesuatu baik yang kecil maupun yang besar tanpa ketidak seimbangan. Allah

memerintahkan untuk memperhatikan setiap ciptaan-Nya secara teliti dan berulang-ulang disertai dengan upaya berfikir. Tidak ada sesuatupun yang diciptakan di dunia ini yang cacat dan tidak berguna, bahkan limbah sekalipun.

Proses isolasi selulosa dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa meliputi proses hidrolisis, delignifikasi, dan *bleaching*. Proses hidrolisis merupakan proses awal menggunakan HNO_3 4%. Hidrolisis bertujuan untuk mempercepat penghilangan pentosan (hemiselulosa) dalam bahan baku pada waktu pemasakan (*cooking*). Hidrolisis menggunakan air lunak (*softwater*) atau larutan asam encer. Proses delignifikasi bertujuan untuk melarutkan kandungan lignin dalam kayu, sehingga mempermudah pemisahan lignin dengan serat, proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia NaOH 2N dan juga *bleaching* (pemutih) dengan menggunakan H_2O_2 15% pada suhu 80°C (Supranto S dkk., 2015). Proses *bleaching* bertujuan untuk melarutkan sisa senyawa lignin yang dapat menyebabkan perubahan warna, dengan cara mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai lignin yang pendek, maka lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali (Dietrich Fengel and Gerd Wegener, 1995).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan perbandingan karakteristik selulosa hasil isolasi dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa. Isolasi selulosa dilakukan dengan metode hidrolisis asam, delignifikasi, dan *bleaching* (Supranto dkk., 2015). Hasil selulosa yang diperoleh akan diuji karakteristik berupa profil FTIR dan karakteristik fisik meliputi uji organoleptis, uji *moizture content*, dan *powder properties* (*Angle of response*, *tap density*, *bulk*

density, cars index, hausner ratio) (Badajos *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik selulosa hasil isolasi dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Apakah profil FTIR Selulosa yang diisolasi dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) sesuai dengan Selulosa standar?
2. Bagaimanakah perbedaan karakteristik fisik antara Selulosa hasil isolasi dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dengan selulosa hasil isolasi dari serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) dibandingkan dengan Selulosa standar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana profil FTIR dan perbandingan karakteristik fisik Selulosa yang dihasilkan dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*).

1.3.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan khusus dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk profil FTIR Selulosa yang diisolasi dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) dan kesesuaiannya dengan Selulosa standar.
2. Untuk mengetahui perbedaan karakteristik fisik antara Selulosa hasil isolasi dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dengan selulosa hasil isolasi dari serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) dibandingkan dengan Selulosa standar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini dapat digunakan sebagai sarana aplikasi penerapan disiplin ilmu dalam bidang farmasi khususnya pada bahan eksipien sediaan farmasi.

2. Bagi Penyusun

Penelitian ini dapat menjadi batu loncatan untuk penulis dalam mengembangkan derivat Selulosa hasil isolasi dari serabut Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan serabut Kelapa (*Cocos nucifera L.*) sebagai sumber bahan baku dalam eksipien sediaan farmasi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat membantu pemerintah untuk mengurangi nilai Impor bahan baku farmasi serta dapat menambah nilai jual Siwalan dan Kelapa untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

2. Bagi Peneliti lain

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pembanding atau rujukan dalam mengembangkan derivat Selulosa hasil isolasi dari Siwalan dan Kelapa dalam produksi dan formulasi sediaan farmasi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Uji karakteristik fisik meliputi ; uji organoleptis, uji kadar air, uji pH, dan *powder properties*.
2. Siwalan yang digunakan berasal dari kecamatan Semanding kabupaten Tuban.
3. Kelapa yang digunakan berasal dari kecamatan Sumbermanjing Wetan kabupaten malang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Siwalan (*Borassus flabellifer* L)

2.1.1 Morfologi dan Taksonomi

Tanaman siwalan (*Borassus flabellifer*) merupakan tanaman berumah dua, karena dapat menghasilkan bunga jantan dan bunga betina. Jadi ada pohon yang hanya bunga jantan atau betinanya saja, bunganya majemuk. Bunga betina tersusun dalam tongkol sedangkan bunga jantan dalam susunan bulir. Panjang tongkol bunga mencapai 50 cm, sedangkan susunan bunga bulir panjangnya antara 25-30 cm (Kimball, 1988).

Tinggi pohon siwalan mencapai 15-30 meter, daunnya berbentuk kipas, tebal dan panjangnya 2,5 meter sampai 3 meter (Rahmadiono, 1998). Koovor (1983) menambahkan daun tanaman siwalan bercangap menjadi sampai berlekuk menjari. Lebar setiap tajuk daunnya antara 5-7 cm. Tangkai daunnya berpelepah dan panjangnya mencapai 1 m. Warna daunnya hijau dan teksturnya agak kaku.

Buah siwalan bergerombol dalam tandan dengan jumlah sekitar 20-an butir. Buahnya bulat dengan diameter antara 7-20 cm dengan kulit berwarna hitam kecoklatan. Tiap butirnya mempunyai 3-7 butir daging buah yang berwarna kecoklatan dan tertutupi tempurung yang tebal dan keras dan daging buahnya rasanya kenyal dan agak gurih (Kovoor, 1983).

Klasifikasi taksonomi siwalan menurut Widjanarko (2008) yaitu:

Kingdom : Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : *Areaceae*

Genus : *Borassus*

Spesies : *Borassus flabellifer* L.



Gambar 2.1 Tanaman Siwalan

Sumber : www.satuharapan.com

2.1.2 Buah Siwalan (*Borassus flabellifer* L)

siwalan merupakan salah satu limbah perkebunan yang diketahui memiliki banyak kandungan serat kasar. Serat kasar terdiri dari senyawa lignoselulosa (senyawa kompleks lignin, selulosa, dan hemiselulosa). siwalan merupakan limbah padat dari industri gula merah, nira, *legen*, serta limbah dari makanan

yang bersumber dari siwalan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. (Rahmadiono, 1998).

Tanaman siwalan tumbuh subur di daerah yang banyak mendapatkan sinar matahari, misalnya di daerah pantai. Sampai saat ini pemanfaatan tanaman siwalan hanya terbatas pada buah dan batangnya saja, sedangkan serabut atau kulitnya merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal (Masuri, dkk, 2018).

Siwalan ditutupi oleh kulit luar buah siwalan. Siwalan memiliki tekstur yang lebih halus dari kebanyakan tumbuhan *Palmae* yang ada dan paling banyak mengandung air. Kandungan air yang terdapat dalam siwalan ini jumlahnya akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya umur buah siwalan. Siwalan yang lebih muda memiliki tekstur yang lunak dan berwarna sangat putih, sedangkan siwalan pada buah siwalan yang berumur tua berwarna putih agak kekuningan (Kimbal, 1988).

Tabel 2.1 Kandungan kimia buah Siwalan (Dewanti, 2010).

Komponen	Jumlah (5%)
Abu	2,3
Karbohidrat	3,2
Air	5,4
Selulosa	89,2

2.2 Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera L*)

2.2.1 Morfologi dan Taksonomi

Kelapa (*Cocos nucifera L*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna,

terutama bagi masyarakat pesisir. Kelapa yang terdiri dari akar, batang, daun, buah semua memiliki keutamaan masing-masing baik sebagai bahan konsumsi maupun sebagai bahan dasar pembuatan kerajinan tangan (Wahyudi, 2009). Salah satu yang bermanfaat yaitu bagian serat dari serabut kelapa.



Gambar 2.2 Tanaman Kelapa (*Cocos nucifera L*)

Sumber : www.ekor9.com

Klasifikasi taksonomi Kelapa menurut Rukmana dan Yudirachman (2016)

yaitu:

Kingdom : Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : *Areaceae*

Genus : *Cocos*

Spesies : *Cocos nucifera L.*

2.2.2 Buah Kelapa (*Cocos nucifera L*)

Serabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan serabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi mobil dan papan hardboard. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg serabut yang mengandung 30% serat (Ellyawan S. Arbintarso, 2009).

Serat serabut kelapa adalah salah satu produk limbah pertanian yang sering digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah. Ketersediaan dan kelimpahan serat serabut kelapa ini sepanjang tahun sangat melimpah di lingkungan membuat serat serabut kelapa menjadi sumber adsorben yang baik. Komposisi serabut dalam buah kelapa sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Serabut kelapa terdiri dari serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang menghubungkan satu serat dengan serat yang lainnya. Serabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus (I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, 2011).

Serat serabut kelapa tersusun atas unsur organik dan mineral yaitu pektin dan hemiselulosa (merupakan komponen yang larut dalam air). Lignin dan selulosa (komponen yang tidak larut dalam air), kalium, kalsium, magnesium, nitrogen serta protein. Serat serabut tergolong relatif pendek, sel seratnya sepanjang kira-kira 1 mm dengan diameter 1 micron dan sehelai serat terdiri dari 30 sampai 300 sel atau lebih, dilihat dari penampang lintangnya. Panjang serat serabut berkisar 15 sampai 35 cm dengan diameter 0,1 sampai 1,5 mm. Serat

serabut mempunyai daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air, garam dan murah (Ellyawan S. Arbintarso, 2009).

Tabel 2.2 Kandungan kimia buah Kelapa (Tyas, 2000).

Komponen	Jumlah (5%)
Air	5,25
Pektin	3,00
Hemiselulosa	0,25
Lignin	45,84
Selulosa	43,44

2.3 Komponen Kimia

2.3.1 Selulosa

Keberadaan selulosa di alam tidak dalam bentuk murni tetapi masih dalam bentuk lignoselulosa. Pada jaringan tumbuhan kayu, selulosa dapat ditemukan bersamaan dengan hemiselulosa, pati dan lignin. Gabungan antara selulosa, hemiselulosa, dan lignin disebut lignoselulosa (Rowell, 2005).

Selulosa termasuk polimer hidrofilik dengan tiga gugus hidroksil reaktif tiap unit hidroglukosa, tersusun atas ribuan gugus anhidroglukosa yang tersambung melalui ikatan 1,4- β -glukosida membentuk molekul berantai yang panjang dan linier. Gugus hidroksil ini telah dimanfaatkan untuk memodifikasi selulosa dengan memasukkan gugus fungsi tertentu pada selulosa melalui teknik pencangkakan (Klemm *et al.*, 1998). Gugus hidroksil pada C2 dan C3 adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon sekunder, sedangkan gugus hidroksil pada C6 terikat pada atom karbon primer. Kereaktifan dan kemasaman gugus hidroksil primer dan sekunder ini berbeda. Dengan memilih monomer yang tepat, maka kekuatan mekanik dan stabilitas termal

material berbasis selulosa yang dimodifikasi dengan teknik pencangkakan dapat ditingkatkan (Princi *et al.*, 2005).

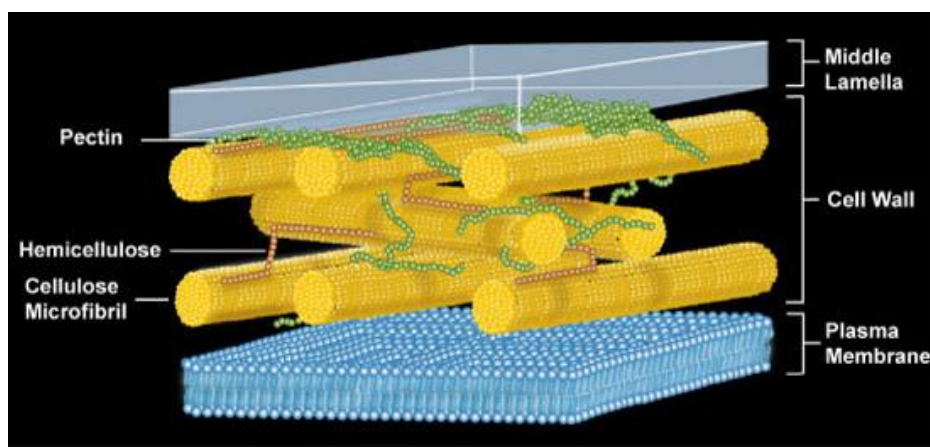
Struktur kimia dari monomer yang tercangkok ke selulosa akan mempengaruhi sifat dari selulosa tersebut. Reaktifitas selulosa dapat ditingkatkan melalui proses pengembangan selulosa. Penyerapan air atau pelarut tertentu dapat menyebabkan pengembangan selulosa. Pengembangan selulosa merupakan tahapan yang diperlukan pada proses esterifikasi selulosa. Pengembangan selulosa dapat mempermudah pereaksi mencapai daerah kristalin. Kecepatan asetilasi pada selulosa yang telah mengalami pengembangan meningkat sekitar tiga kali lebih cepat daripada selulosa yang tidak mengalami pengembangan (Princi *et al.*, 2005).

2.3.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan istilah yang umum bagi senyawa polisakarida yang larut dalam alkali. Empat gula utama, yaitu glukosa, mannososa, xilosa, dan arabinosa merupakan komponen utama penyusun senyawa hemiselulosa. Rantai utamanya terdiri atas satu jenis homopolimer, yaitu xilan. Xilan merupakan polimer dari xilosa yang diikat oleh ikatan β -1,4-glikosidik. Rantai xilan dapat bercabang dan berbentuk amorf sehingga mudah dimasuki pelarut. Dengan demikian, molekul hemiselulosa memiliki karakteristik senyawa yang lebih mudah menyerap air, tidak tahan panas, bersifat plastis, mempunyai permukaan kontak antar molekul yang lebih luas dari selulosa, dan ikatannya lemah sehingga mudah dihidrolisis (Oshima, 1965).

Hemiselulosa terletak di dinding sel tanaman sekunder. Mereka adalah struktur amorf, dengan sedikit kekuatan, terbentuk dari berbagai jenis monoglukosa seperti *xylose*, *arabinose*, *rhamnose*, *mannose*, *glukosa*, dan *galactose*. Berbagai bentuk gula yang diasamkan (yaitu asam glukorinat dan asam galakturonat) juga dapat ditemukan dalam strukturnya. Karena aspek amorfnya, hemiselulosa dapat dihidrolisis lebih mudah daripada selulosa (Maican E *et al.*, 2015).

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Jumlah hemiselulosa biasanya antara 15 dan 30% dari berat kering bahan lignoselulosa. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, monnosa, galaktosa, xilosa dan arabinosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat (Murni dkk., 2008)



Gambar 2.3 Struktur Sel Lignoselulosa.

Sumber : <http://www.sigmaaldrich.com/enzymes.html>

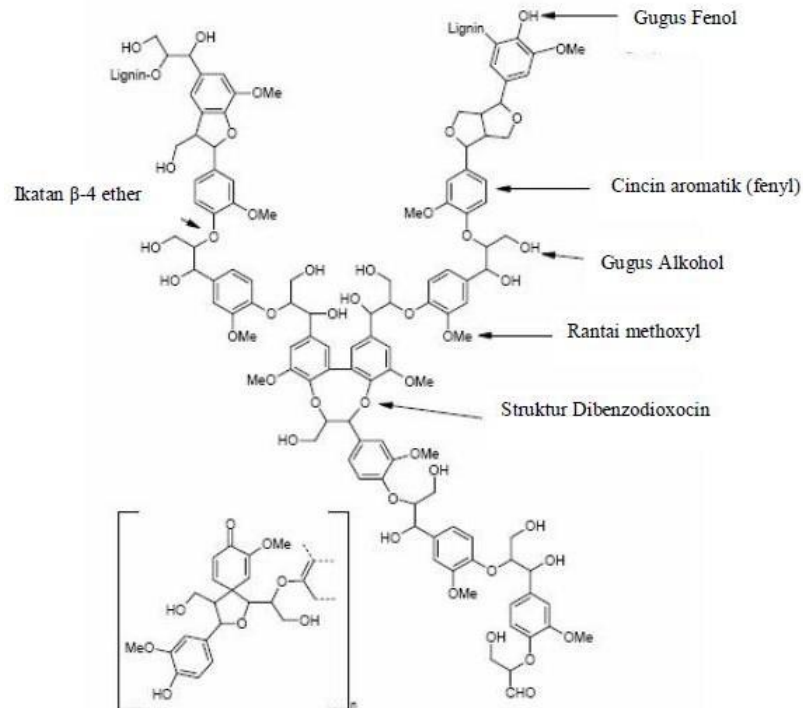
2.3.3 Lignin

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 pemasakan dan pemutihan (Wibisono, 2002).

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 (Taherzadeh, 2007). Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi, yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut pada larutan pemasak. Dimana reaksi ini akan mengakibatkan berat molekul lignin bertambah, dan lignin yang terkondensasi akan mengendap (Achmadi, 1990).

Disamping terjadinya reaksi kondensasi lignin yang mengendap, proses pemasakan yang berlangsung pada suasana asam dapat pula menurunkan derajat kerusakan pulp sehingga mengurangi degradasi selulosa dan hemiselulosa. Suhu, tekanan, dan konsentrasi larutan pemasak selama proses pulping merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa tidak akan rusak pada 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 (Casey, 1980). Adapun struktur dasar lignin ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Kimia Lignin (Lankinen, 2004)

2.4 Selulosa

2.4.1 Definisi Selulosa

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n adalah polisakarida yang merupakan pembentuk sel-sel kayu hampir 50%. Kertas saring dan kapas hamper merupakan selulosa murni. Berat molekul selulosa sekitar 300.000. Selulosa apabila dihidrolisis sempurna menghasilkan glukosa, tetapi pada hidrolisis sebagian memberikan selulosa. Selulosa merupakan disakarida yang men dengan konfigurasi β-glukosida. Ini menunjukkan bahwa selulosa terdiri atas rangkaian yang panjang dari molekul-molekul glukosida yang dihubungkan bersama-sama oleh ikatan β-1,4 (Sastrohamidjojo, 2005).

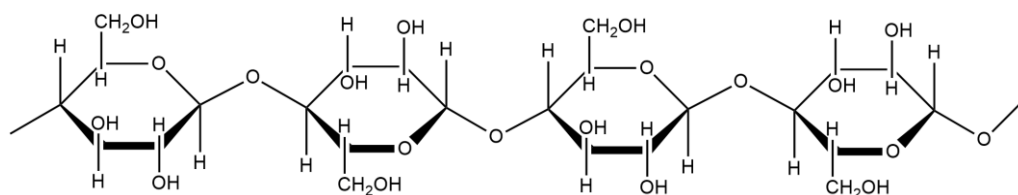
Selulosa merupakan salah satu komponen pembangun tumbuhan. Selulosa merupakan polimer yang terbentuk dari monomer β -D-glukosamelalui ikatan β (1 \rightarrow 4) glikosidik. Panjang rantai beragam dari ratusan sampai ribuan unit glukosa. (Roosheroe, 2006). Rantai selulosa terdiri dari satuan glukosa anhidrida yang saling berikatan melalui atom karbon pertama dan keempat. Ikatan yang terjadi adalah ikatan β -1,4-glikosidik. Secara alamiah molekul-molekul selulosa tersusun dalam bentuk fibril-fibril yang terdiri dari beberapa molekul selulosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Fibril-fibril ini membentuk struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Komposisi kimia dan struktur yang demikian membuat kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa membuat bahan tersebut tahan terhadap peruraian secara enzimatik. Secara alamiah peruraian selulosa berlangsung sangat lambat (Fan *et al.*, 1987).

Selulosa termasuk dalam polisakarida lain yang terdiri dari rangkaian-rangkaian panjang unit-unit glukosa. Struktur dasarnya serupa dengan pati tetapi unit glukosanya berikatan dengan cara yang berbeda. Oleh karena itu selulosa tidak dapat dimakan karena manusia tidak memiliki enzim yang dapat memecah ikatan tersebut (Gardjito, 1992).

Polisakarida selulosa yang terdapat dalam jaringan berserat pada dinding sel merupakan polimer alam yang paling banyak dan tersebar di alam. Ribuan bahkan jutaan ton selulosa dimanfaatkan setiap tahun untuk membuat kertas, tekstil maupun untuk perabot kayu. Kayu merupakan sumber utama selulosa. Kebanyakan kayu mengandung 42% selulosa, hemiselulosa 28% dan lignin 28%.

Selain kayu, kapas juga merupakan sumber selulosa yang hampir seluruhnya memang selulosa (Daulay,2009)

Selulosa tidak larut dalam air, dan bukan merupakan jenis karbohidrat pereduksi, jika dihidrolisis dalam suasana asam akan menghasilkan banyak molekul d-glukosa. Di dalam molekul selulosa, monomer-monomernya tersusun secara linear, sedangkan diantara pita-pita satuan polimernya tersusun secara paralel. Oleh karena itu diantara pita-pita satuan polimernya tersebut terdapat banyak jembatan hidrogen intermolekuler dan intramolekuler yang menyebabkan selulosa mempunyai struktur yang masif/kompak dan merupakan struktur dasar sel-sel tumbuhan (Riswiyanto, 2009).



Gambar 2.5 Struktur Kimia Selulosa (Setiyawan,2010)

Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman. Oleh karena itu, selulosa merupakan bahan alam yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup. Selulosa bahkan dapat diperoleh dalam dunia binatang. Kadar selulosa tertinggi terdapat dalam rambut biji (kapas, kapuk) dan kulit (rami, flex, henep). Selulosa terdiri dari gugus anhidroglukopiranisa yang bersambung membentuk rantai molekul. Oleh karena itu selulosa dapat dinyatakan sebagai polimer glukana dengan struktur rantai yang seragam. Selulosa terdiri dari 10.000 atau lebih unit

D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan (1-4) glikosida. Rantai selulosa memanjang, dan unit-unit glukosa tersusun dalam satu bidang (Fengel, 1995).

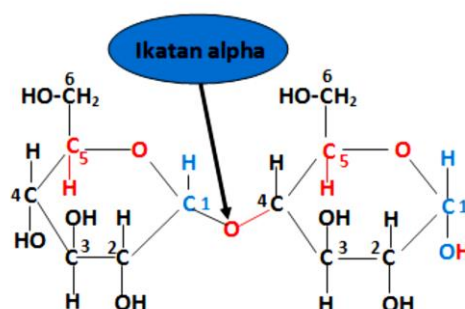
Selulosa merupakan salah satu senyawa organik yang paling melimpah di alam tetapi proses dekomposisinya lama. Selulosa merupakan biopolimer yang berlimpah di alam dan bersifat dapat diperbaharui, mudah terurai, tidak beracun dan juga merupakan polimer karbohidrat yang tersusun atas β -D glukopiranosida dan terdiri dari tiga gugus hidroksi per anhidro glukosa menjadikan selulosa memiliki derajat fungsionalitas yang tinggi. Sebagai materi yang diperbaharui, selulosa dan turunannya dipelajari dengan baik (Coffey *et al.*, 1995).

2.4.2 Pembagian Serat Selulosa

Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa Natrium Hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibagi menjadi tiga jenis yakni:

1. *Alpha Cellulose*

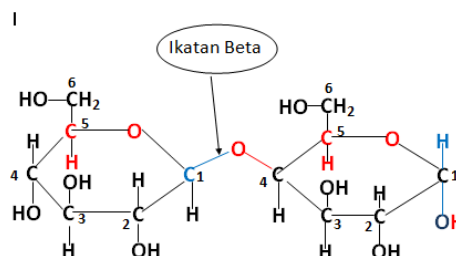
α Selulosa (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang yang tahan dan tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 600 – 15000. *Alpha cellulose* digunakan sebagai penduga atau tingkat kemurnian selulosa. Selulosa dengan derajat kemurnian α diatas 92% memenuhi syarat untuk bahan baku pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa dengan kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri pembuatan kertas dan industri kain (serat rayon). Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka akan semakin baik mutu bahannya. Adapun rumus struktur dari alfa selulosa adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Struktur Kimia α Selulosa (Nuringtyas, 2010)

2. *Betha Cellulose*

β Selulosa (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) berkisar antara 15 – 90. Betha selulosa ini dapat mengendap jika ekstrak dinetralkan.



Gambar 2.7 Struktur Kimia β Selulosa (Nuringtyas, 2010).

3. *Gamma Cellulose*

γ Selulosa (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek yang larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) kurang dari 15. Kandungan utamanya adalah hemiselulosa (Nuringtyas, 2010).

2.5 Isolasi Selulosa

Selulosa di alam berikatan dengan lignin yang disebut Lignoselulosa. Untuk mendapatkan selulosa murni dilakukan proses pemisahan dengan lignin yang disebut dengan delignifikasi. Tahapan delignifikasi meliputi proses hidrolisis asam, proses alkalisasi, dan proses oksidasi atau *bleaching* (Supranto dkk., 2015).

2.5.1 Proses Asam

Hidrolisis asam menggunakan larutan asam sebagai katalisnya. Asam memiliki pengaruh yang kuat pada hemiselulosa dan lignin dibandingkan pada struktur kristalin selulosa. Tujuan utama metode ini adalah melarutkan sebagian hemiselulosa agar enzim selulase dapat menjangkau struktur selulosa (Tomas-Pejo *et al.*, 2011). Beberapa asam encer termasuk H_2SO_4 , HNO_3 , HCL , H_3PO_4 , dan $C_2H_4O_3$ dapat digunakan untuk *pretreatment* asam. *Pretreatment* asam encer telah diaplikasikan secara luas berbagai bahan baku, termasuk kayu lunak, kayu keras, tanaman herba, residu pertanian, kertas bekas, dan limbah padat kota (Zheng, 2009).

2.5.2 Proses Alkali

Proses alkalisasi atau delignifikasi dalam pengolahan biomassa lignoselulosa umumnya menggunakan basa seperti natrium, kalium, kalsium, dan amonium hidroksida. Pemakaian basa menyebabkan perubahan struktur lignin dengan cara mendegradasi ester dan rantai samping glikosidiknya. Penggunaan basa juga menyebabkan dekrystalisasi parsial selulosa, solvasi parsial hemiselulosa dan mengakibatkan selulosa membesar. Proses ini dilakukan dengan cara merendam biomassa dalam larutan alkali pada suhu dan waktu yang telah

ditentukan. Tahap netralisasi perlu dilakukan sebelum masuk tahap hidrolisis enzimatis untuk menghilangkan lignin dan zat inhibitor (misalnya garam, asam fenolik, dan aldehyd) (Menon dan Rao, 2012). Dibandingkan pretreatment asam metode ini lebih efektif dalam solubilisasi lignin, sebaliknya kurang dalam mendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Efektifitas metode ini juga tergantung kadar lignin pada biomassa (Tomas dan Pejo, 2011). NaOH, KOH, Ca(OH)₂, dan NH₄OH merupakan larutan basa yang terbukti efektif mendegradasi biomassa lignoselulosa. Sebagai contoh, NaOH mampu meningkatkan tingkat degradasi kayu keras dari 14% menjadi 55% dengan cara mengurangi kadar ligninnya dari 55% menjadi 20% (Kumar *et al.*, 2009).

Delignifikasi berbagai biomassa lignoselulosa seperti jerami gandum, rumput, kayu keras, dan kayu lunak menggunakan NaOH juga mampu mengurangi kadar lignin menjadi kurang dari 26% (Zhao *et al.*, 2008), sedangkan berdasarkan Sun *et al.*, (1995) kondisi optimal yang diperlukan untuk mengurangi 60% kadar lignin dan 80% hemiselulase pada jerami gandum adalah menggunakan 1,5% NaOH selama 144 jam pada suhu 20° C.

2.5.3 Proses Oksidasi

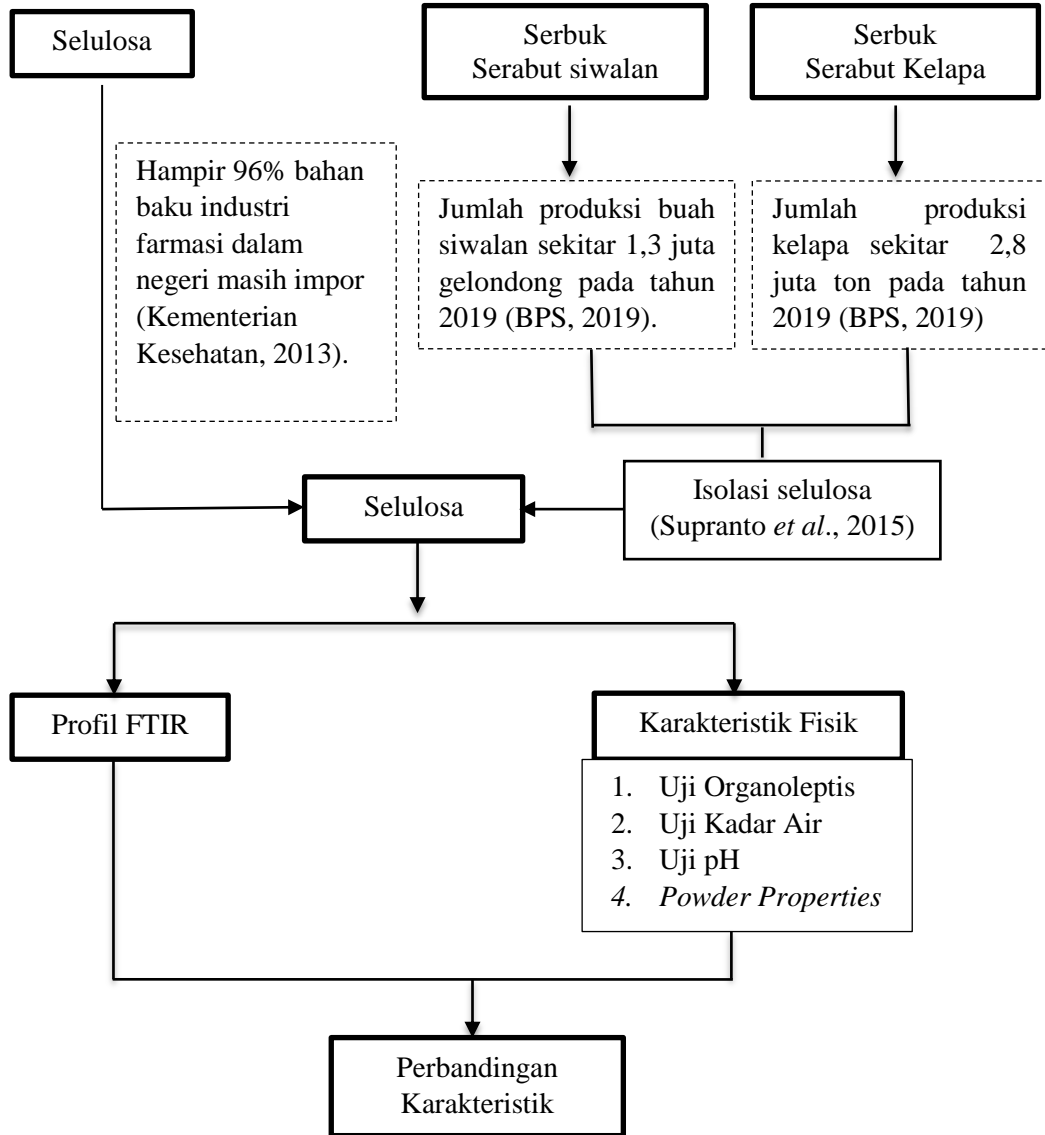
Proses oksidasi (*Bleaching*) menggunakan senyawa oksidasi seperti hidrogen peroksida (H₂O₂) atau asam parasetat yang dilarutkan dalam air. Sama seperti metode pretreatment lainnya, tujuan metode ini adalah untuk menghilangkan hemiselulosa dan lignin untuk meningkatkan aksesibilitas selulase. Selama proses *bleaching*, beberapa reaksi dapat terjadi seperti substitusi elektrofilik, perpindahan rantai samping, pembelahan ikatan alkil aril eter atau

pembelahan oksidatif dari inti aromatik. Beberapa kekurangan metode ini adalah penggunaan oksidan yang tidak selektif dan tingkat pembentukan senyawa inhibitor yang tinggi karena lignin yang teroksidasi atau terbentuknya senyawa aromatik (Hendriks and Zeeman 2009; dan Quintero et al., 2011).

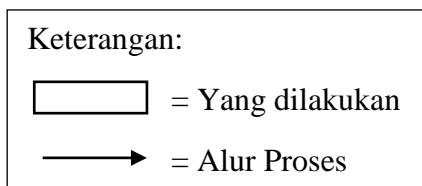
BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual



Gambar 3.1 Peta Konseptual



3.2 Uraian Kerangka Konsep

Selulosa merupakan serat alam yang dapat diisolasi dari beberapa tanaman yang ada di Indonesia. Selulosa merupakan bahan baku yang mana turunannya banyak digunakan oleh industri farmasi sebagai eksipien sediaan farmasi. Hampir 96% bahan baku industri farmasi dalam negeri masih impor. Hal ini menyebabkan biaya produksi sediaan farmasi masih tinggi. Sehingga perlu dilakukan screening dan eksplorasi bahan baku farmasi.

Penghasil Selulosa yang banyak dijumpai di Indonesia ialah siwalan (*Borrassus flabellifer*L) dan Kelapa (*Cocos nucifera* L). Menurut Badan Pusat Statistik (2019), terdapat 1,3 juta gelondong tanaman Siwalan yang tersebar di Indonesia. Sedangkan jumlah produksi kelapa mencapai 2,8 juta ton pada tahun 2019 (BPS, 2019).

Menurut Dewati dkk. (2003), siwalan mempunyai kandungan selulosa sebesar 89,2%, sedangkan Kelapa memiliki kandungan selulosa sebesar 43,44% (Tyas, 2000). Sehingga dalam penelitian ini dilakukan Isolasi Selulosa dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa. Hasil isolasi selanjutnya akan dikarakterisasi untuk mengetahui kualitasnya dengan dibandingkan pada Selulosa Standar.

Proses isolasi selulosa bertujuan untuk mengambil selulosa murni yang mana di alam masih berikatan dengan lignin dan senyawa-senyawa lainnya. Untuk mendapatkan Selulosa murni dilakukan proses isolasi dengan langkah pertama disebut proses Delignifikasi dimana lignin sebagai komponen yang berikatan dengan selulosa dapat dipisahkan. Tahap pertama adalah dengan melakukan proses asam untuk memutuskan ikatan hemiselulosa dengan selulosa.

Menurut Supranto dkk. (2015), HNO_3 dapat memutuskan ikatan hemiselulosa dan selulosa. Residu yang diperoleh dipanaskan dalam H_2O_2 15% untuk *bleaching*. Tahapan berikutnya adalah dengan memanaskan residu hasil proses asam dengan NaOH 2N untuk melarutkan lignin sehingga dapat dipisahkan dari selulosa. Setelah lignin terpisah dari selulosa, maka proses berikutnya adalah proses oksidasi atau *bleaching* menggunakan larutan H_2O_2 15% dimana proses ini bertujuan untuk memutihkan selulosa hasil isolasi serta menghilangkan pengotor lainnya sehingga didapatkan selulosa yang murni.

Selulosa yang telah diisolasi dari Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan Kelapa (*Cocos nucifera L.*) diuji karakteristiknya meliputi profil FTIR dan karakteristik fisik. Hasil uji karakteristik selanjutnya dibandingkan dengan Selulosa standar.

3.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah Selulosa yang diisolasi dari Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) dan Kelapa (*Cocos nucifera L.*) memiliki perbedaan karakteristik.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *true experimental* karena dalam desain penelitian dapat mengontrol semua variable luar yang berpengaruh terhadap jalannya eksperimen. Tujuan dari *true experimental* adalah untuk menyelidiki hubungan sebab akibat dengan cara memberi perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan grup kontrol yang tidak diberi perlakuan (Suryabrata, 2011).

4.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2020 – Juni 2021. Penelitian bertempat di Laboratorium Kimia Dasar, Laboratorium Kimia Analisis, dan Laboratorium Teknologi Farmasi Jurusan Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

4.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

4.3.1 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Variasi bahan (limbah Siwalan (*Borassus flabellifer L*) dan limbah Kelapa (*Cocos nucifera L*)).
2. Variabel tergantung : Spektra FTIR dan karakteristik fisik.

4.3.2 Definisi Operasional

1. Preparasi Bahan

Siwalan dan Kelapa yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat basahnya. Kemudian dicuci dan dikeringkan di dalam ruangan

khusus. Proses pengeringan dilakukan dengan bantuan sinar matahari. Setelah kering, kemudian dikeperkecil ukurannya ± 100 mesh menggunakan grinder. Serbuk siwalan dan Kelapa yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.

Isolasi selulosa merupakan cara untuk mendapatkan selulosa dari siwalan. Isolasi selulosa dilakukan dengan menghidrolisis serabut Siwalan menggunakan HNO_3 4% dengan suhu 80°C untuk memudahkan proses delignifikasi. Selanjutnya, dilakukan delignifikasi menggunakan NaOH 2N untuk memisahkan selulosa dengan lignin. Selulosa yang diperoleh diputihkan dengan H_2O_2 15% (Supranto *et al.*, 2015).

4.4 Alat dan Bahan

4.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hotplate* dan magnetik stirer (IKA), oven (Binder), Blender (Philips), pH meter (Senz pH), *moizture content test* (HC103), dan alat-alat gelas (Iwaki).

4.4.2 Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah siwalan, limbah Kelapa, HNO_3 (Merck), NaOH (Merck), H_2O_2 (Merck), dan aquadest.

4.5 Prosedur Penelitian

4.5.1 Bahan Baku

4.5.1.1 Pengambilan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari siwalan yang diambil dari daerah Tuban dan limbah Kelapa dari sisa penjual es Degan di Daerah Malang.

4.5.1.2 Determinasi

Determinasi dilakukan untuk mengetahui kunci determinasi dari suatu tanaman, Sehingga dapat diketahui spesies tanaman yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini. Uji determinasi dilakukan di Materia Medica Batu.

4.5.1.3 Preparasi Bahan Baku

Siwalan dan Kelapa yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat basahanya. Kemudian dicuci dan dikeringkan di dalam ruangan khusus. Proses pengeringan dilakukan dengan bantuan sinar matahari. Setelah kering, kemudian dikeperkecil ukurannya ± 100 mesh menggunakan grinder. Serbuk siwalan yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.

Serbuk Siwalan dan Kelapa yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup dan diberi silika gel. Guna menjaga kualitas dari serbuk, dilakukan pengukuran kadar air.

4.5.2 Isolasi Selulosa

Siwalan dan Kelapa yang diperoleh dari buah yang dihasilkan oleh masyarakat di kabupaten Tuban dikeringkan menggunakan sinar matahari. Siwalan yang telah kering kemudian digrinding sehingga membentuk serbuk.

Serbuk selanjutnya dihidrolisis dengan menggunakan HNO_3 4% pada suhu 80°C selama 2 jam. Residu diputihkan menggunakan H_2O_2 15% pada suhu 80°C selama 1 jam. Kemudian dilanjutkan pada tahap delignifikasi menggunakan NaOH 2N pada suhu 80°C selama 1 jam, setelah itu diputihkan menggunakan H_2O_2 15% pada suhu 80°C selama 1 jam (Supranto *et al.*, 2015). Selulosa yang telah diisolasi kemudian dioven pada suhu 70°C selama 24 jam (Golbaghi *et al.*, 2017).

4.5.3 Karakterisasi Selulosa

4.5.3.1 *Fourier Transform InfraRed (FTIR)*

Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi khas dari mikrokristalin selulosa. Hasil spektra yang diperoleh dibandingkan dengan spektra mikrokristalin standar (Fessenden dan Fessenden, 1982).

Analisis menggunakan spektroskopi FTIR memiliki keunggulan dibandingkan metode konvensional lainnya. Keunggulan analisis dengan spektroskopi FTIR yaitu dapat digunakan padasemua frekuensi dari sumber radiasi secara simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat daripada menggunakan scanning, dan sensitifitas metode FTIR lebih besar daripada cara dispersi (Giwangkara, 2006).

4.5.3.2 Karakterisasi Fisik

Pemeriksaan karakteristik Selulosa secara fisik meliputi :

1. Pemeriksaan Organoleptis

Pemeriksaan organoleptis yang dilakukan sesuai dengan Farmakope Indonesia Edisi ke-V yang meliputi pemeriksaan bentuk dan warna. Pemeriksaan tersebut, diamati langsung dengan panca indera. Selulosa berbentuk serbuk atau granul dan berwarna putih sampai krem (Depkes RI, 2014).

2. Pemeriksaan pH

Pemeriksaan pH dilakukan dengan melarutkan 2 bagian Selulosa ke dalam 100 bagian air pada suhu 60° C hingga Selulosa terdispersi sempurna. Setelah didinginkan pada suhu ruang, kemudian pH diukur menggunakan pH meter. Nilai pH yang disarankan untuk Selulosa antara 5,0-7,5 (Rowe, 2009).

3. Kadar Air

Kadar air atau susut pengeringan dilakukan dengan menimbang 0,5 g Selulosa dan dikeringkan pada suhu 105° C (Depkes RI, 2014). Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan instrument *moisture content analyzer*. Berdasarkan standar Farmakope edisi ke-V, nilai kadar air tidak lebih dari 10%.

Tabel 4.1 Hasil Karakteristik Fisik Selulosa.

Sampel	Organoleptis		pH	Kadar Air (%)	Rendemen (%)
	Bentuk	Warna			
Siwalan					
Kelapa					

4. Powder Properties

a. *Angel of Repose*

Evaluasi ini dilakukan dengan metode corong tetap dan berdiri bebas, sehingga sudut diam diam diperoleh. Kertas grafik diangkat pada permukaan horizontal dengan ujung corong dengan ketinggian 2 cm dari kertas. Bubuk sampel dimasukkan melalui corong sampai puncaknya mencapai ujung terowongan. Tinggi (h) dan jari-jari (r) dari kerucut dicatat (Badajos et al., 2017).

$$\text{Angle of repose } (\theta) = \tan^{-1} \left(\frac{h}{r} \right)$$

b. *Bulk and Tapped Densities*

Bulk and Tapped Densities dilakukan dengan menyiapkan 2 gram Selulosa dan ditempatkan dalam gelas kimia 100 mL steril. Volume *Bulk* sampel diperoleh dan dicatat. Sementara itu, untuk *Tapped Densities*, gelas yang berisi sampel dimampatkan dari ketinggian 2,5 mm sampai keseimbangan analitis telah terbaca konstan. Volume yang dimampatkan juga direkam. Rasio berat terhadap volume masing-masing dihitung menggunakan *bulk* dan *tapped density* (Badajos et al., 2017).

c. *Carr's Index*

Indeks kompresibilitas, juga dikenal sebagai indeks Carr, diperoleh dengan rumus : (Badajos et al., 2017)

$$\text{Compressibility} = 100 \times \left(\frac{\rho_{\text{tapped}} - \rho_{\text{bulk}}}{\rho_{\text{tapped}}} \right)$$

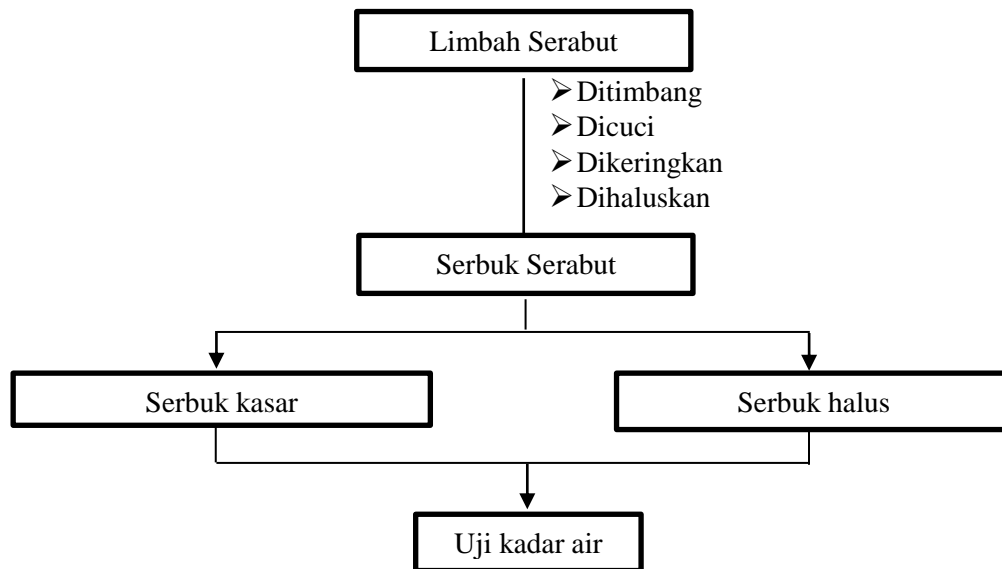
d. *Hausner Ratio*

Hausner Ratio adalah pembagian kerapatan yang disadap di atas kerapatan curah dan diberikan oleh rumus: (Badajos *et al.*, 2017).

$$\text{Hausner Ratio} = \left(\frac{\rho_{\text{tapped}}}{\rho_{\text{bulk}}} \right)$$

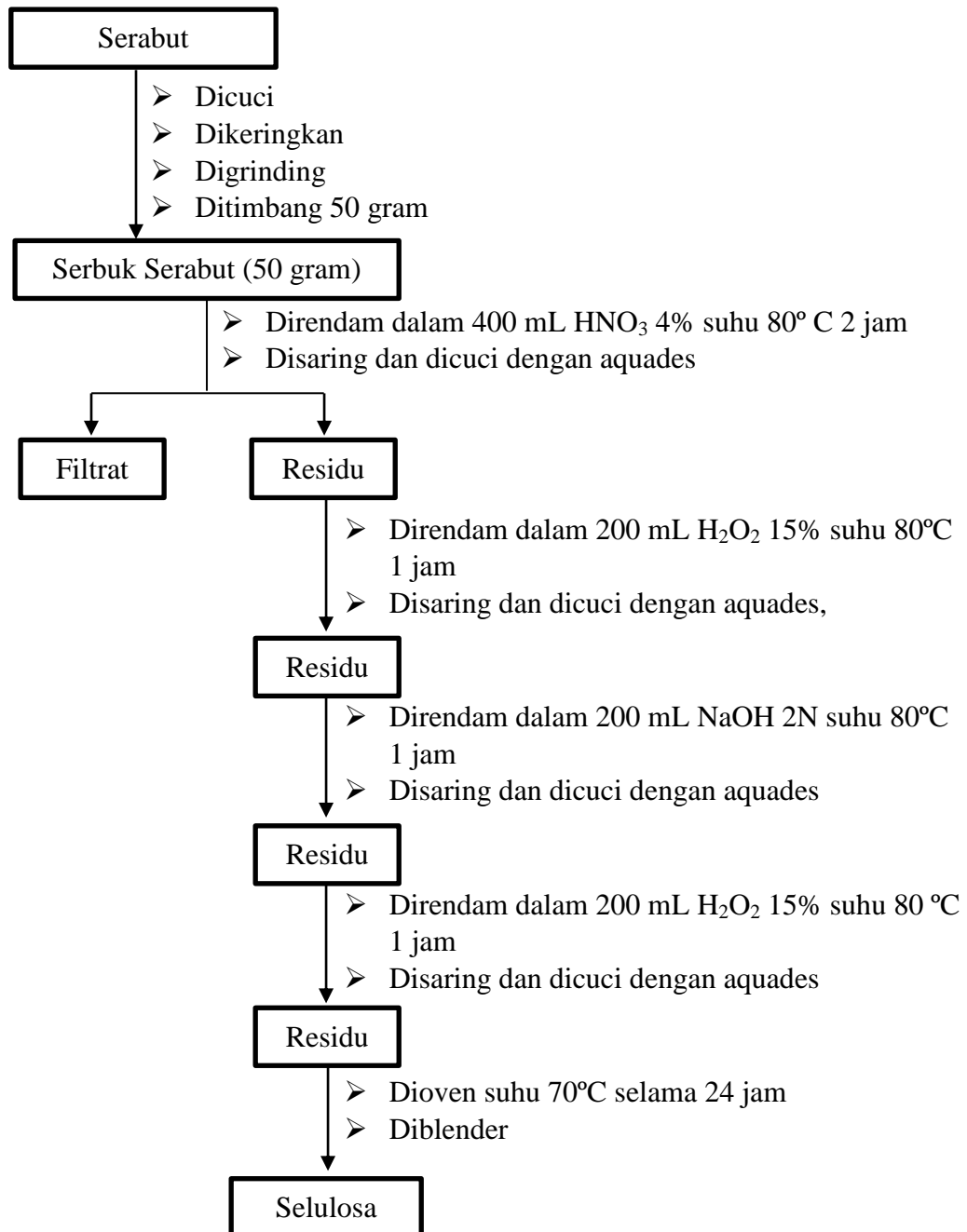
4.6 Rancangan Penelitian

4.6.1 Preparasi Bahan



Gambar 4.1 Skema Preparasi Bahan

4.6.2 Isolasi Selulosa



Gambar 4.2 Skema Isolasi Selulosa

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah Siwalan dan Kelapa. Siwalan dan Kelapa yang diperoleh dilakukan determinasi untuk mengetahui jenis tanaman yang digunakan. Setelah diperoleh hasil determinasi, kemudian dipreparasi sedemikian rupa. Hasil preparasi ditimbang untuk mengetahui berat rendemen. Selain itu, untuk menjaga mutu dari bahan baku, dilakukan uji kadar air setiap bulan.

5.1.1 Pemanfaatan Limbah dalam Pandangan Islam

Pemanfaatan Siwalan dan Kelapa yang masih minim membuat penumpukan pada lingkungan. Oleh sebab itu, untuk mengoptimalkan manfaat dari Siwalan dan Kelapa dilakukan preparasi sedemikian rupa hingga diperoleh produk berupa selulosa. Sebagaimana diceritakan dalam hadist bahwa:

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ إِذَا أَكَلَ طَعَامًا لَعِقَ أَصَابِعَهُ الثَّلَاثَ وَقَالَ إِذَا سَقَطَتْ لُفْمَةُ أَحَدِكُمْ فَلْيَمِطْ عَنْهَا الْأَذَى وَلْيَأْكُلْهَا وَلَا يَدْعُهَا لِلشَّيْطَانِ وَأَمَرَنَا أَنْ نَسَلْتِ الصَّخْفَةَ وَقَالَ إِنَّ أَحَدَكُمْ لَا يَذْرِي فِي أَيِّ طَعَامِهِ يُبَارِكُ لَهُ (رواه أبو داود)

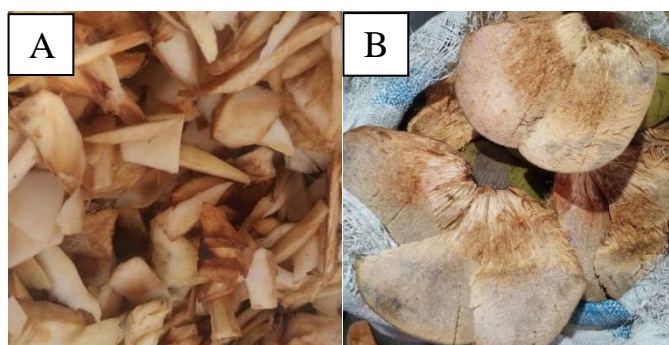
Artinya: “Dari Anas bin Malik ra bahwa Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam jika makan makanan, beliau menjilat jari-jarinya sebanyak tiga kali, beliau bersabda: “Jika suapan salah seorang dari kalian jatuh, maka hendaknya ia membersihkannya dari kotoran dan memakannya, dan janganlah ia membiarkannya untuk setan!” Dan beliau memerintahkan kami agar mengusapping. Beliau bersabda: “Sesungguhnya tidak seorangpun di antara kalian mengetahui dibagian manakah ia diberi berkah.” (HR. Abu Daud)

Hadist ini merupakan landasan dari fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) (2014) untuk tidak menyia-nyiakan barang yang masih bisa dimanfaatkan. Seperti Siwalan dan Kelapa, yang selama ini masih dianggap sebagai limbah, namun ternyata masih dapat dimanfaatkan untuk diambil selulosanya. Berdasarkan hasil

penelitian ini dapat diketahui bahwa dari limbah dapat menjadi berkah. Serabut Siwalan dan serabut Kelapa yang awalnya hanya limbah memiliki potensi untuk menjadi sesuatu yang bernilai lebih.

5.1.2 Pengambilan Sampel dan Determinasi

Bahan baku pembuatan didapatkan dari limbah perkebunan. Determinasi dilakukan untuk mendapatkan kebenaran identitas dengan jelas dari tanaman dan menghindari kesalahan saat pengambilan sampel (Diniatik, 2015). Determinasi dilakukan di Materia Medica Batu dengan menggunakan beberapa bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan baku. Bagian tanaman yang diujikan meliputi akar, batang, dan daun. Berdasarkan surat yang dikeluarkan oleh UPT Materia Medica Batu No. 074/224A/102.7/2020 menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan sebagai sampel merupakan tanaman Siwalan (*Borassus flabellifer* L.) dan tanaman Kelapa (*Cocos nucifera* L.). Hasil determinasi dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Gambar Siwalan dan Kelapa ditunjukkan pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 (A) Serabut Siwalan (B) Serabut Kelapa

5.1.3 Preparasi Bahan Baku

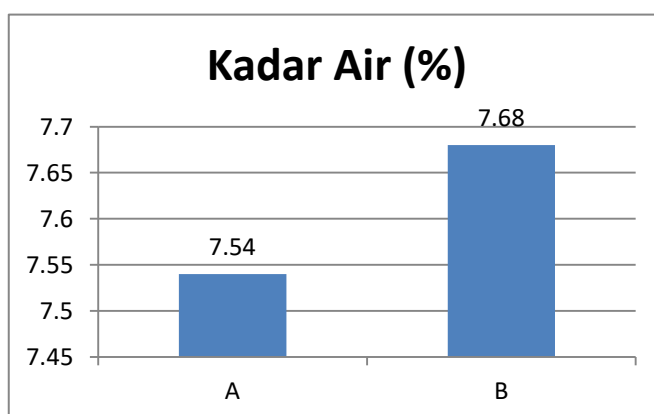
Preparasi limbah Siwalan dan Kelapa dilakukan untuk memperbesar luas permukaan dari sehingga mempermudah saat proses isolasi selulosa. Limbah Siwalan dan Kelapa yang telah diperoleh kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang masih terikat dan dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang ada di dalamnya. Pengeringan dilakukan dengan bantuan sinar matahari di dalam rumah kaca selama sembilan hari. Setelah kering, kemudian dihaluskan menggunakan grinder hingga berbentuk serbuk. Proses *grinding* berfungsi untuk memperkecil ukuran dan memperbesar luas permukaannya. Serbuk Siwalan dan Kelapa ditunjukkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 (A) Serbuk Siwalan (B) Serbuk Kelapa

Serbuk Siwalan yang diperoleh sebesar 1,355 Kg (20%) dari berat awal 6,763 Kg. Siwalan yang sebelumnya berbentuk dengan warna putih setelah dipreparasi berbentuk serbuk dengan warna putih kecoklatan. Serbuk Kelapa yang diperoleh sebesar 590 gram (36%) dari berat awal 1,6 Kg. Kelapa yang sebelumnya berbentuk dengan warna putih setelah dipreparasi berbentuk serbuk dengan warna kuning muda. Selanjutnya, serbuk yang diperoleh diuji nilai kadar airnya. Kadar air merupakan salah satu syarat baku mutu suatu simplisia atau

ekstrak. Pengukuran nilai kadar air dilakukan setelah proses *grinding* untuk memastikan serbuk telah memenuhi persyaratan yang selanjutnya disimpan pada tempat yang sesuai. Nilai kadar air yang yang dapat diterima pada simplisia atau ekstrak adalah di bawah 10% (Depkes RI, 2014). Nilai kadar air serbuk Siwalan dan Kelapa ditunjukkan pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 (A) Kadar air Siwalan (B) Kadar air Kelapa

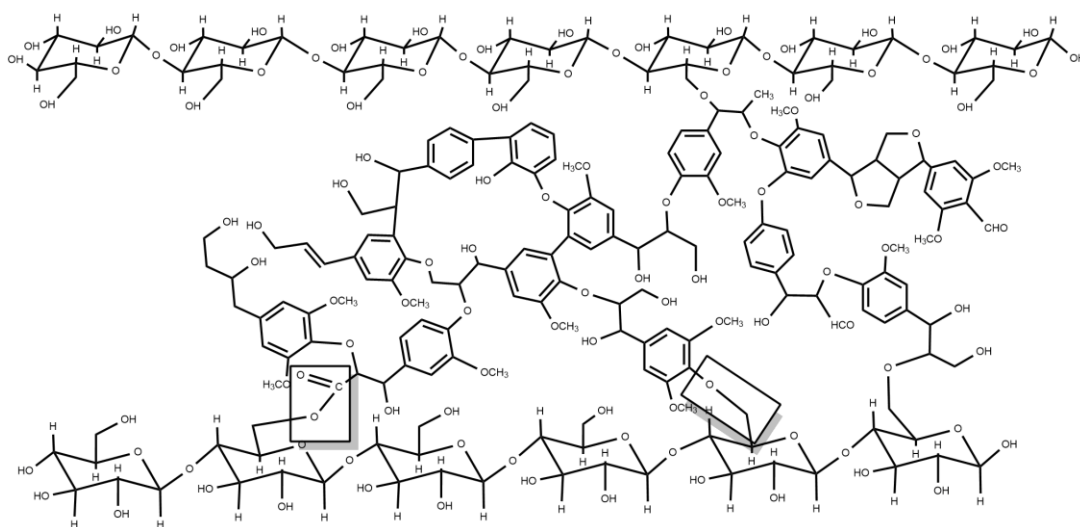
Pengukuran kadar air dilakukan menggunakan instrumen *moisture content analyzer*. Nilai kadar air sampel mulai dari minggu ke-0 hingga minggu ke-8 memenuhi standar nilai kadar air yang ditentukan oleh Depkes RI (2014) yaitu tidak lebih dari 10%. Nilai kadar air yang sesuai menyebabkan sampel tidak mudah untuk ditumbuhi mikroba, sehingga memperpanjang umur simpan serbuk Siwalan dan Kelapa (Amanto dkk., 2015).

Nilai kadar air yang stabil dari minggu ke minggu menjadi parameter cara penyimpanan yang baik. Penyimpanan sampel dilakukan dengan cara menempatkan sampel pada wadah tertutup rapat dengan penambahan silika gel di dalamnya.

5.2 Isolasi Selulosa

Isolasi Selulosa dilakukan dengan proses asam, proses alkali, dan proses oksidasi. Selulosa yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi kimia menggunakan FTIR dan karakterisasi fisik meliputi uji kadar air, uji PH, dan *powder properties*.

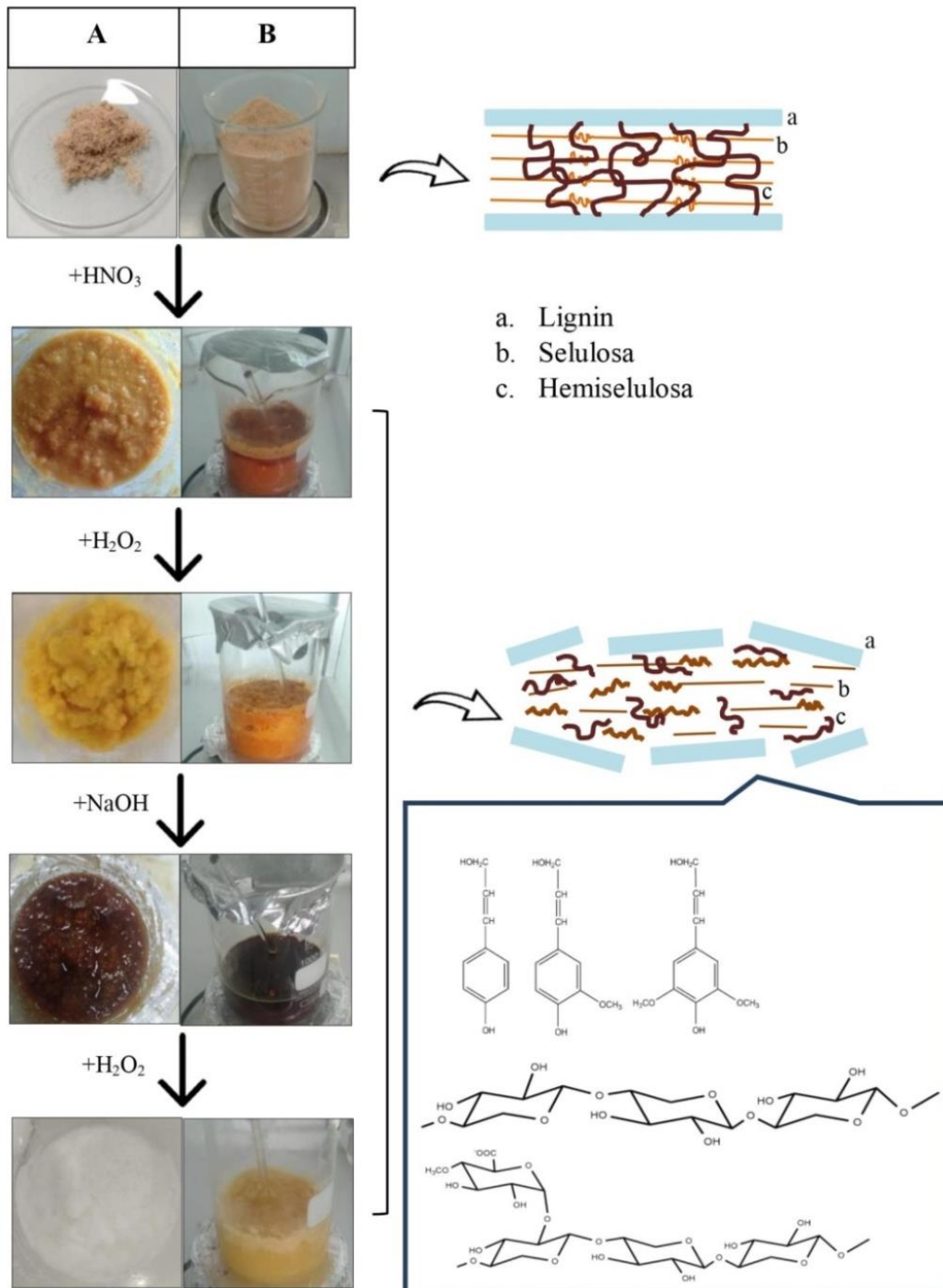
Selulosa ditemukan di alam dalam bentuk lignoselulosa. Lignoselulosa ditunjukkan pada gambar 5.4 Selulosa tergabung pada hemiselulosa dengan ikatan hidrogen. Selulosa juga berikatan dengan lignin melalui ikatan ester dan eter. Hemiselulosa dengan lignin terikat melalui ikatan ester. Berdasarkan karakteristik komponen yang terkandung dalam Siwalan dan Kelapa, untuk memperoleh selulosa diperlukan perlakuan untuk membuka struktur matriks dengan membuka celah melalui pembuangan lignin dan hemiselulosa (Zhou *et al.*, 2010).



Gambar 5.4 Komponen lignoselulosa (Zhou *et al.*, 2010).

Isolasi selulosa pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 4 tahap yaitu hidrolisis asam dengan HNO_3 4%, *bleaching* menggunakan H_2O_2 15%, delignifikasi dengan NaOH 2N, dan diakhiri dengan *bleaching* menggunakan H_2O_2 15%. Penambahan H_2O_2 15% dilakukan sebanyak dua kali

dengan tujuan untuk memperoleh selulosa dengan warna yang sesuai dengan selulosa standar. Proses isolasi selulosa ditampilkan pada gambar 5.5.

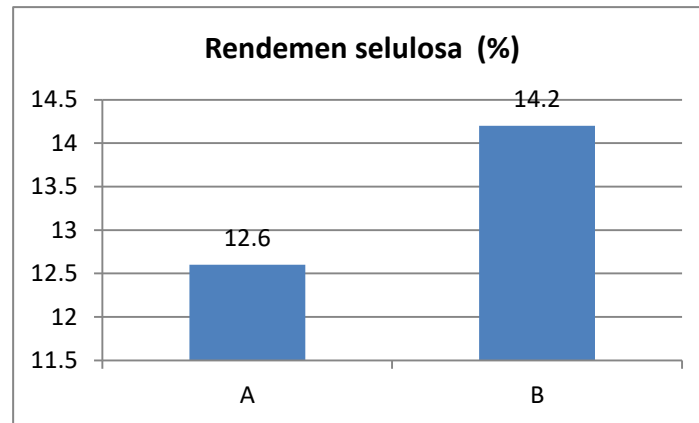


Gambar 5.5 Isolasi Selulosa (A) serabut Siwalan dan (B) serabut Kelapa

Penambahan asam nitrat (HNO_3) bertujuan untuk memutuskan ikatan *intrachain* antara hemiselulosa dengan selulosa dalam serabut Siwalan dan serabut Kelapa. Selain itu, proses hidrolisis dalam suasana asam dan panas dapat melunakkan struktur lignin yang melapisi atau memproteksi hemiselulosa sehingga diperoleh ruang pori agar asam dapat masuk untuk menghidrolisis hemiselulosa yang ditandai dengan perubahan warna dari coklat menjadi oranye (Lavarack *et al.*, 2002). Sedangkan penambahan alkali (NaOH) bertujuan untuk mengoptimalkan proses delignifikasi dengan cara pemutusan ikatan ester antara lignin dengan selulosa. Ikatan ester lignin-selulosa bersifat lemah atau kurang stabil, sehingga mudah diganggu asam atau alkali (Subhedar and Gogate, 2013).

Selulosa hasil isolasi memiliki bentuk granul berwarna putih. Setelah proses grinding, selulosa berbentuk serbuk berserat halus dan berwarna putih. Pemisahan antara selulosa serbuk dan selulosa serat dilakukan dengan proses pengayakan menggunakan ayakan 200 μm . Selulosa yang lolos saring berbentuk serbuk halus berwarna putih.

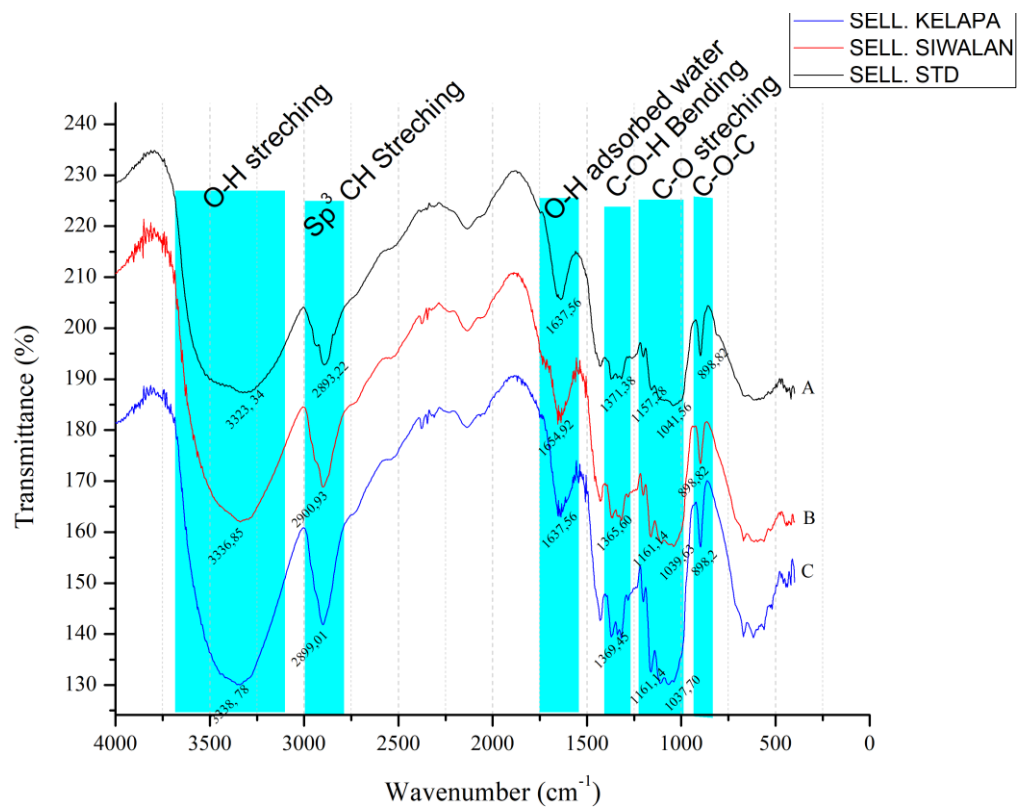
Rendemen selulosa yang diperoleh dari proses isolasi selulosa di atas sebesar 6,30 gram atau 12,6% dari 50 gram Siwalan dan 7,10 gram atau 14,20 % dari 50 gram Kelapa (gambar 5.6). Selulosa yang diperoleh lebih kecil jika dibandingkan dengan pernyataan Dewati (2010) yang menyebutkan bahwa rendemen selulosa Siwlan berkisar 89,2% dan Tyas (2000) yang menyatakan bahwa Kelapa mengandung 43,44% selulosa. Kemungkinan faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian rendemen disebabkan oleh proses penyaringan yang belum sempurna karena masih banyak residu yang lolos.



Gambar 5.6 Rendemen selulosa (A) serabut Siwalan dan (B) serabut Kelapa.

5.3 Karakterisasi Selulosa

5.3.1 Karakterisasi Selulosa Menggunakan FTIR



Gambar 5.7 Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FTIR Selulosa (A) serabut Siwalan (B) serabut Kelapa (C) standar

Tabel 5. 1 Analisis gugus fungsi selulosa Siwalan, selulosa Kelapa, dan selulosa standar

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Range (cm ⁻¹)	Interpretasi Gugus Fungsi	Referensi
Selulosa SA	Selulosa SS	Selulosa SK			
3323,34	3336,85	3338,78	3400-3200	O-H <i>stretching vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
2893,22	2900,93	2899,01	3000-2850	Sp ³ C-H <i>stretching</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
1637,56	1654,92	1637,56	1650-1630	OH (air)	Troedec <i>et al.</i> , 2008
1371,38	1365,60	1369,45	1440-1000	C-O-H <i>bending</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
1157,28 dan 1041,56	1161,14 dan 1039,63	1161,14 dan 1037,70	1300-1000	C-O <i>stretching vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
898,82	898,82	898,82	Sekitar 850	<i>Asymmetric C-O-C stretching vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009

Keterangan tabel :

SS : Siwalan

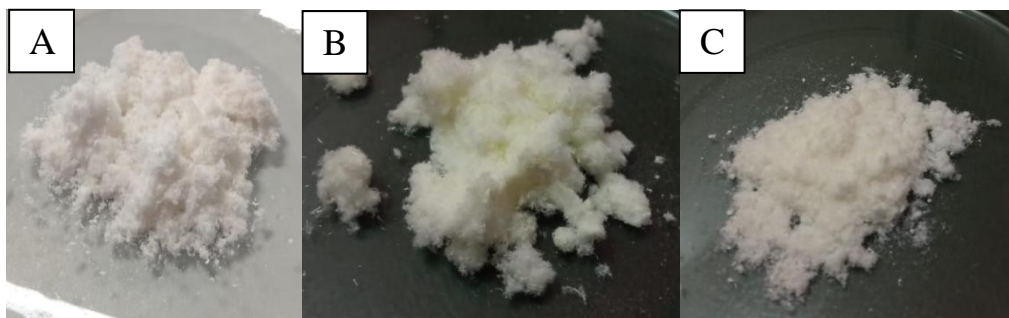
SK : Kelapa

SA : Standar

Hasil analisa FTIR menunjukkan bahwa sepektra selulosa serabut dan selulosa serabut kelapa sama dengan spectra selulosa standar. Hasil tersebut menjadi penguat akan keberhasilan proses isolasi selulosa dari serabut Siwalan dan serabut Kelapa.

5.3.2 Pemeriksaan Organoleptis

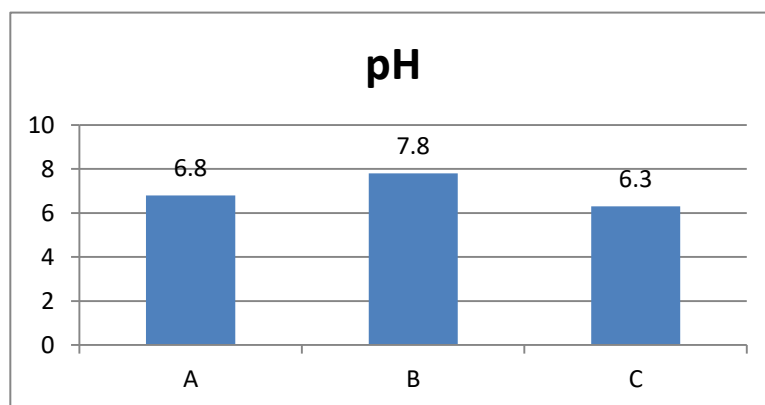
Pemeriksaan organoleptis bertujuan untuk melihat bentuk dan warna dari Selulosa hasil isolasi dari Siwalan dan Kelapa. Selulosa yang diperoleh berwarna putih dan berbentuk serbuk pada selulosa Siwalan dan putih kekuningan pada selulosa Kelapa. Penampakan selulosa yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Penampakan Selulosa (A) serabut Siwalan, (B) serabut Kelapa, dan (C) Standar

5.3.3 Pemeriksaan pH

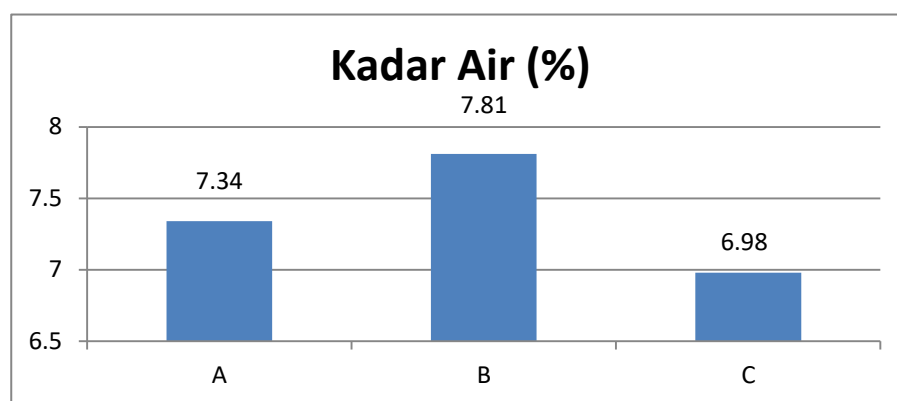
Pemeriksaan nilai pH dilakukan pada larutan setiap Selulosa menggunakan pH meter. Pemeriksaan nilai pH bertujuan untuk mengetahui apakah Selulosa yang diperoleh aman untuk digunakan sebagai bahan baku (Megawati dkk., 2017). Nilai pH pada Selulosa dikatakan aman jika sesuai dengan yang dipersyaratkan yaitu yaitu 5,0-7,5 (Rowe, 2009). Hasil pemeriksaan pH ditunjukkan pada gambar 5.9. Hasil pemeriksaan pH menunjukkan bahwa selulosa serabut Siwalan memiliki nilai pH yang mendekati selulosa standar dan masuk dalam rentang 5,0-7,5, maka nilai pH tersebut telah memenuhi persyaratan sedangkan nilai pH selulosa serabut Kelapa tidak memenuhi persyaratan.



Gambar 5.9 Hasil pemeriksaan pH Selulosa (A) serabut Siwalan, (B) serabut Kelapa, dan (C) standar

5.3.4 Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air dilakukan pada semua selulosa. Kadar air yang disyaratkan adalah <10% (Depkes RI, 2014). Berdasarkan persyaratan tersebut, semua selulosa memiliki kadar air sesuai dengan yang disyaratkan. Nilai kadar air yang sesuai menyebabkan sampel tidak mudah untuk ditumbuhi mikroba, sehingga memperpanjang umur simpan selulosa (Amanto dkk., 2015). Nilai kadar air dapat dilihat pada gambar 5.10



Gambar 5.10 Hasil uji kadar air selulosa (A) serabut Siwalan, B) serabut Kelapa, dan C) standar

5.3.5 Powder Properties

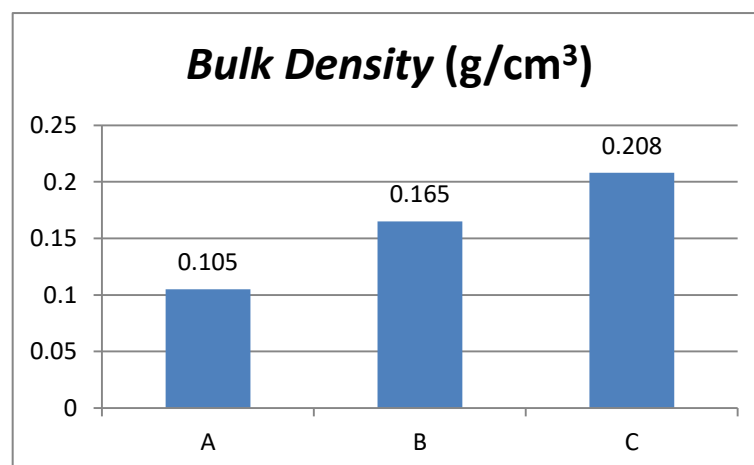
Meluasnya penggunaan serbuk dalam industri farmasi telah menghasilkan berbagai metode untuk: karakteristik aliran serbuk. Tidak mengherankan, sejumlah referensi muncul di farmasi literatur, mencoba untuk mengkorelasikan berbagai ukuran aliran serbuk dengan sifat manufaktur. Pengembangan berbagai metode pengujian seperti itu tidak dapat dihindari; perilaku serbuk beragam dan sehingga mempersulit upaya untuk mengkarakterisasi aliran serbuk.

Tabel 5.2 Skala *Powder Properties*

<i>Angle of Repose (Degrees)</i>	<i>Carr's Index (%)</i>	<i>Haussner Ratio</i>	<i>Grade</i>
25-30	≤10	1.00-1.11	Excellent
31-35	11-15	1.12-1.18	Good
36-40	16-20	1.19-1.25	Fair
41-45	21-25	1.26-1.34	Passable
46-55	26-31	1.35-1.45	Poor
56-65	32-37	1.46-1.59	Very poor
>66	>38	>1.60	Very, very poor

5.3.5.1 Bulk Density

Bulk Density (kerapatan curah) dapat didefinisikan sebagai massa serbuk dibagi dengan volume yang ditempati oleh serbuk. Densitas diukur dengan cara menimbang bobot serbuk, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk dilihat volumenya (Garg *et al.*, 2018). Pada penelitian ini dilakukan uji *bulk density* atau kerapatan curah pada selulosa serabut siwalan, selulosa serabut kelapa, dan selulosa standar. Hasil uji kerapatan curah ditunjukkan pada gambar 5.11.



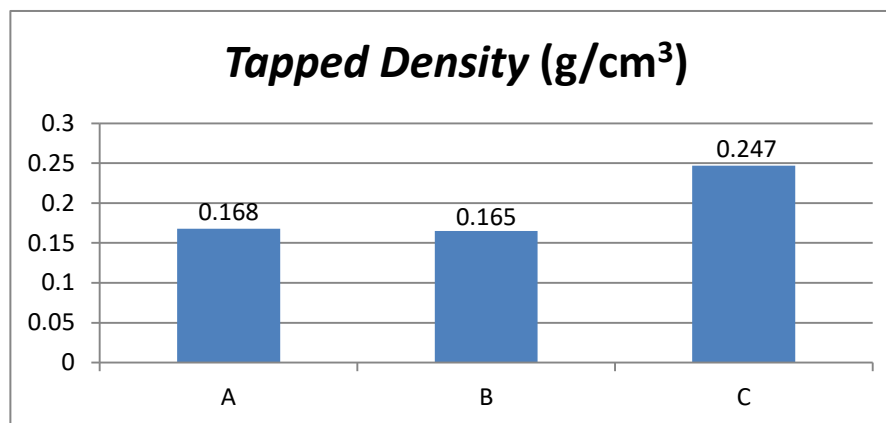
Gambar 5.11 Hasil uji *bulk density* (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar

Hasil uji *bulk density* pada gambar 5.11 didapatkan hasil besar *bulk density* selulosa serabut siwalan sebesar $0,105 \text{ g/cm}^3$, selulosa serabut kelapa sebesar $0,108 \text{ g/cm}^3$ dan selulosa standar sebesar $0,208 \text{ g/cm}^3$. Selulosa Siwalan dan selulosa Kelapa tidak terlalu berbeda dengan selulosa standar serta telah memenuhi persyaratan yakni $0,15-0,39 \text{ g/cm}^3$. Nilai densitas berbanding lurus dengan massa partikel, semakin besar ukuran partikel maka akan meningkatkan massa sehingga nilai *bulk density* menjadi lebih besar. Ketika ukuran partikel semakin besar maka laju alir akan meningkat dikarenakan berkurangnya gaya kohesi antar partikel (Rowe *et al.*, 2009).

5.3.5.2 Tapped Density

Tapped density atau kerapatan mampat adalah sampel yang ditempatkan pada volume tertentu setelah dimampatkan. Penggabungan partikel serbuk terjadi pada wadah karena adanya energi berupa gangguan mekanis atau ketukan. Ketukan yang dilakukan akan menyebabkan kerusakan dan membentuk kembali susunan antar partikel dalam serbuk. Hasil dari ketukan secara kontinyu akan menurunkan gesekan antar partikel dan proses ini akan terhenti pada batas tertentu saat volume tetap konstan. Volume yang dihasilkan ini disebut dengan kerapatan mampat. Nilai kerapatan mampat tergantung dari karakteristik serbuk, seperti bentuk, porositas, dan distribusi ukuran partikel. Umumnya, nilai kerapatan mampat selalu lebih tinggi daripada kerapatan semu aliran bebas dan kerapatan curah yang rendah akan meningkatkan persentase kerapatan mampat. (Tan *et al.*, 2015). Pada penelitian ini dilakukan uji *taped density* atau kerapatan mampat pada

selulosa siwalan, selulosa kelapa, dan selulosa standar. Hasil uji *tapped density* ditunjukkan pada gambar 5.12.

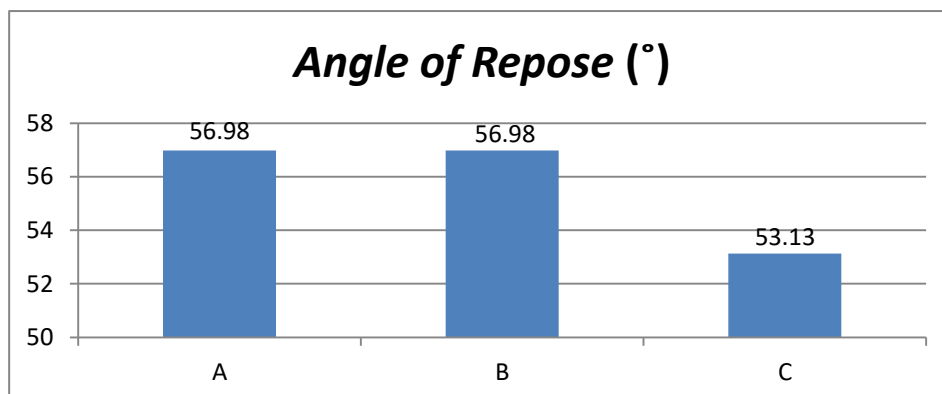


Gambar 5.12 Hasil uji *tapped density* (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar

Hasil uji *tapped density* pada gambar 5.12 didapatkan hasil besar kerapatan mampat selulosa siwalan sebesar 0,168 g/cm³, selulosa kelapa sebesar 0,165 g/cm³ dan selulosa standar sebesar 0,247 g/cm³. Selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa mempunyai nilai di bawah standar serta tidak memenuhi persyaratan yakni 0.21–0.48 g/cm³ (Rowe *et al*, 2009).

5.3.5.3 Angle of Repose

Secara fisik, sudut istirahat didefinisikan sebagai sudut yang membedakan transisi antar fase material granular. Salah satu definisi sudut istirahat yang paling umum digunakan adalah kemiringan paling curam dari material yang dibebaskan, diukur dari bidang horizontal dimana material dapat disusun tanpa runtuh. Pada penelitian ini dilakukan uji *angle of repose* atau sudut istirahat pada selulosa siwalan, selulosa kelapa, dan selulosa standar. Hasil uji *angle of repose* ditunjukkan pada gambar 5.13.

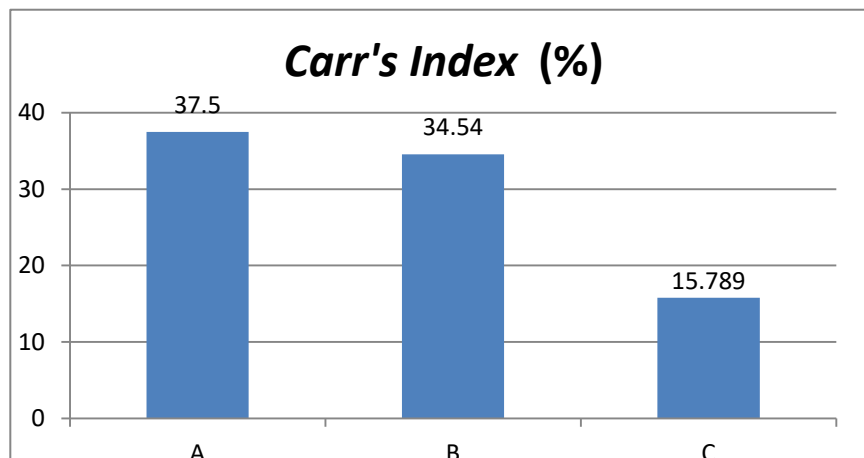


Gambar 5.13 Hasil uji *angle of repose* (A) selulosa siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar

Hasil uji *angle of repose* pada gambar 5.13. didapatkan hasil besar sudut istirahat pada selulosa serabut siwalan sebesar dan selulosa serabut kelapa sebesar $56,98^\circ$ termasuk dalam kategori sangat buruk, dan selulosa standar sebesar $53,13^\circ$ termasuk dalam kategori buruk. Berdasarkan hasil tersebut, sudut istirahat pada selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa tidak berbeda jauh dari standar serta memenuhi persyaratan yakni <62 (Rowe *et al.*, 2009).

5.3.5.4 Carr's Index

Carr's Index adalah metode tidak langsung yang cepat untuk mengukur kekuatan relatif antar partikel dan gaya gesekan serbuk. Secara umum, semakin tinggi nilai Carr's Index, maka menunjukkan semakin buruk serbuk yang mengalir (Tan *et al.*, 2015). Pada penelitian ini dilakukan uji *Carr's index* atau indeks kompresibilitas Carr pada selulosa siwalan, selulosa kelapa, dan selulosa standar. Hasil uji *Carr's index* ditunjukkan pada 5.14.



Gambar 5.14 Hasil uji *Carr's Index* (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar

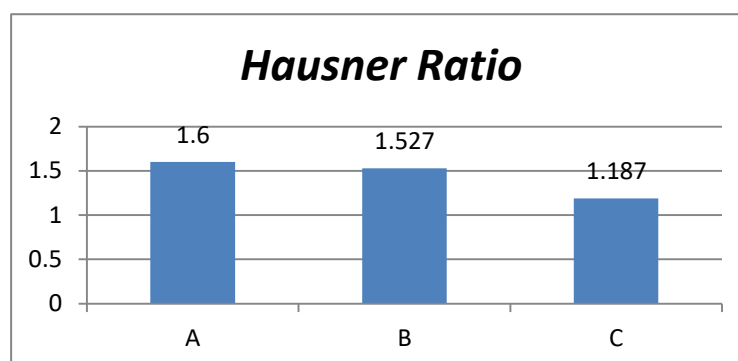
Hasil uji *Carr's Index* pada gambar 5.14 didapatkan hasil besar indeks kompresibilitas pada selulosa siwalan sebesar 37,5%, selulosa kelapa sebesar 34,54%, dan selulosa standar sebesar 15,789%. Berdasarkan hasil tersebut, indeks kompresibilitas pada selulosa Siwalan termasuk dalam kategori sangat buruk sedangkan selulosa Kelapa buruk sedangkan selulosa standar masuk dalam kategori sangat baik (Moghbel and Abbaspour, 2013).

Menurut Aulton (2002) bahwa indeks kompresibilitas kurang dari 18% umumnya memberikan sifat alir yang baik, namun nilai indeks kompresibilitas 18-23% masih diperbolehkan karena dalam rentang kategori cukup mengalir sedangkan indeks kompresibilitas lebih dari 38% menunjukkan kemampuan alir yang buruk.

Selulosa serabut Siwalan dan serabut Kelapa mendapatkan nilai yang buruk dan sangat buruk. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh proses *grinding* yang tidak menggunakan alat sesuai dengan standar. Sehingga masih terdapat tekstur serat pada hasil selulosa.

5.35.5 Hausner Ratio

Rasio Hausner dapat didefinisikan rasio antara *tapped density* dibandingkan dengan *bulk density*. Nilai rasio Hausner yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan aliran serbuk yang buruk dan sebaliknya. Rasio ini menunjukkan kemampuan serbuk curah untuk mengatur ulang ruang antar partikel yang muncul selama gaya eksternal seperti ketukan atau getaran. Penataan ulang partikel bubuk ke dalam ruang antar partikel bergantung pada kekuatan kohesif bubuk yang dapat dicerminkan oleh rasio Hausner (Moravkar *et al.*, 2017). Pada penelitian ini dilakukan uji *Hausner ratio* pada selulosa serabut siwalan, selulosa serabut kelapa, dan selulosa standar. Hasil uji *Hausner ratio* ditunjukkan pada gambar 5.15.



Gambar 5.15 Hasil uji *Hausner ratio* (A) selulosa Siwalan (B) selulosa Kelapa (C) selulosa standar

Hasil uji *Hausner ratio* pada gambar 5.15 didapatkan hasil besar rasio Hausner pada selulosa siwalan sebesar 1,6, selulosa kelapa sebesar 1,527, dan selulosa standar sebesar 1,187. Berdasarkan hasil tersebut, rasio Hausner pada selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa tersebut termasuk dalam kategori buruk ($>1,5$) (Haque, 2010).

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Profil FTIR menunjukkan spektra selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa sesuai dengan spectra selulosa standar yang mengindikasikan keberhasilan proses isolasi selulosa.
2. Berdasarkan karakteristik fisik selulosa serabut Siwalan memiliki bentuk serabut berwarna putih dan selulosa serabut Kelapa berbentuk serbuk berwarna putih kekuningan. Nilai kadar air keduanya telah memenuhi persyaratan. Perbedaan Nampak pada pH dimana pH selulosa serabut Kelapa melebihi pH yang dipersyaratkan. Uji powder properties menunjukkan bahwa selulosa serabut Siwalan dan selulosa serabut Kelapa mempunyai nilai yang berbeda dengan selulosa standar.

6.2 Saran

Bagi peneliti selanjutnya agar mendapat hasil optimal, penulis menyarankan untuk:

1. Saat proses penyaringan selulosa menggunakan saringan dengan ukuran $<106 \mu\text{m}$, sehingga rendemen yang diperoleh lebih banyak lagi.
2. Saat proses *grinding* selulosa sebaiknya menggunakan *grinder* yang bagus untuk menghasilkan serbuk yang lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- [Depkes RI] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia III*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [Depkes RI] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Farmakope Indonesia V*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [Kemenag RI] Kementerian Agama Republik Indonesia. (2020). Qur'an Kemenag. Retrieved April 28, 2020, from Kementerian Agama website: <https://quran.kemenag.go.id/>.
- Achmadi. 1990. *Kimia Kayu*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Al-Hashemi, H.M and Omar, S.B. 2018. A Review on the Angle of Repose of Granular Materials. *Elsevier Powder Technology*. 330 : 397-417.
- Aulton, M.E. 2002. *Pharmaceutics the Science of Dosage Form Design*. New York : Churcill Livingstone.
- Badajos, K. B., Rico, Z. V. F., Vellezas, E. M. C. 2017. Isolation and Characterization of Potential Microcrystalline Celulose (MCC) Present In Coconut (*Cocos nucifera*) Fibers.
- Coffey, D. F., Bell, D. A., dan Anderson, A. 1995. *Cellulose and Cellulose Derivates*. In: Stephen, A. M (editor). *Food Polysaccharides and Their Application*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Dewanti, R. 2010. Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Serabut Siwalan dengan Oksidator H₂O₂. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, Vol. 1 No. 1.
- Fan, L. t., Gharpuray, M. M. dan Lee, Y. H. 1987. *Cellulose Hydrolysis*. Berlim, Germany: Springer-Verlag 3:
- Fengel, D., dan Wegener G. 1995. *Kayu: Kimia Ultra struktur dan Reaksi*. Terjemahan oleh Sastrohamidjojo, H. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1982. *Kimia Organik edisi III*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gardjito, M. 1992. *Ilmu Pengantar Ilmu Pangan Nutris idan Mikrobiologi*. Yogyakarta: UGM Press.

- Garg, V., Mallick, S.S., Garcia, T.P., and Berry, R.J. 2018. An Investigation Into the Flowability of Fine Powders Used in Pharmaceutical Industries. *Powder Technol.* Vol 336 : 375-382.
- Golbaghi.L., Khamforoush, M., danHatami, T. 2017. Carboxymethyl Cellulose Production from Sugarcane Baggase with Steam Explosion Pulping: Experimental, Modeling, and Optimization. *Carbohydrate Polymers.* Vol 174.
- Haque, M. 2010. *Variation of Flow Property of Different Set of Formulas of Excipients Against Variable Ratio of Different Diluents.* Bangladesh : East West University.
- Hendriks, ATWM., and Zeeman, G. 2009. Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulose Biomass. *Biores Technol* 8.
- Kimball, J.W. 1988. *Biology. 1983. Fith Edition Addison-Wesley Pblishing Company, Inc.* Terjemahan H. Siti Soetarmi Tjitrosomo dan Nawangsari Sugiri. BiologiJilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Klemm D, Philipp B, Heinze T, Heinze U, dan Wagenknecht W. 1998 *Comprehensive Cellulose Chemistry:Fundamentals and Analytical Methods.* Vol.1. Weiheim:Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Kovoor, A. 1983.The Palmyrah Palm: Potential and Perspectives. *FAO Plant Product-ion and Protection.* Rome. Paper No 52. FAO.
- Lankinen, P. 2004. Ligninolytic Enzymes of The Basidiomycetous Fung *Agaricus bisporus* and *Phlebia radiata* on Lignocellulose-Containing Media. [*Dissertation*]. Finland: University of Helsinki.
- Lavarack, B.P.; Griffin, G.J. and Rodman, D. 2002. The acid hydrolysis of sugarcane bagasse hemicellulose to produce xylose, arabinose, glucose and other products. *Biomass and Bioenergy.* vol. 23, no. 5.
- Menon V dan Rao M. 2012. Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concept. *Progress in Energy and Combustion Science* 8(4).
- Moghbel A., and Abbaspour, H. 2013. Study of Compressibility Properties of Yogghurt Powder in Order to Prepare a Complementary Formulation. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research.* Vol. 12 No. 3.
- Moravkar, K.K., Ali, T.M., Pawar, J.N., and Amin, P.D. 2017. Application of Moisture Activated Dry Granulation (MADG) Process to Develop High Dose Immediate Release (IR) Formulations. *Adv Powder Technol.* Vol. 28 No. 4 : 1270-1280.

- M. Quraish Shihab. 2012. *Tafsir al-Misbah*. Jakarta : Lentera Hati.
- Nuringtyas, T. R. 2010. *Karbohidrat*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pavia, D. L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., and Vyvyan, J.R. 2013. Introduction to Spectroscopy, 5th Edition, Brooks/Cole Cengage Learning, United State of America.
- Princi E, Vicini S, Proietti N, Capitani D. 2005. Grafting polymerization on cellulose based textiles: a ¹³C solid state NMR characterization. *European Polymer Journal*. 41:1196-1203.
- Rahmadiono, dkk. 1998. *Budidaya Siwalan*. Jakarta: Balai penelitian Tembakau dan Tanaman.
- Riswiyanto. 2009. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Rowe, R. C., Sheskey P. J., Quinn M. E. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients* 6th ed. London: Pharmaceutical Press.
- Rowell, Roger M. 2005. *Chemical modification of wood. Handbook of wood chemistry and wood composites*. Boca Raton, Fla. : CRC Press.
- Rukmana, R, H. dan Yudirachman, H, H. 2016, Untung berlipat dari budidaya kelapa, Andi, Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 2005. *Kimia Organik , Stereokimia, Karbohidrat, Lemak, dan Protein*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sembiring, M. T., dan Tuti, S. S. 2003. *Arang Aktif (Pengenalandan Proses Pembuatannya)*. Indonesia: USU Digital Library.
- Setiyawan, Y. 2010. *Peranan Polimer Selulosa Sebagai Bahan Baku dalam Pengembangan Produk Manufaktur Menuju Era Globalisasi*. Bandung: Universitas Islam Indonesia.
- Solechudin dan Wibisono. 2002. Buku Praktek Kerja PT. Kertas Lecces Persero. Probolinggo.
- Subhedar, B. P., Gogate, P. R. 2013. Intensification of Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulose Using Ultrasound for Efficient Bioethanol Production: A Review, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 52, 11816–11828.
- Sudiarta, I Wayan; Sahara, Emmy. Biosorpsi Cr(III) pada Biosorben Serat Serabut Kelapa Teraktivasi Sodium Hidroksida (NaOH). *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. 2012.

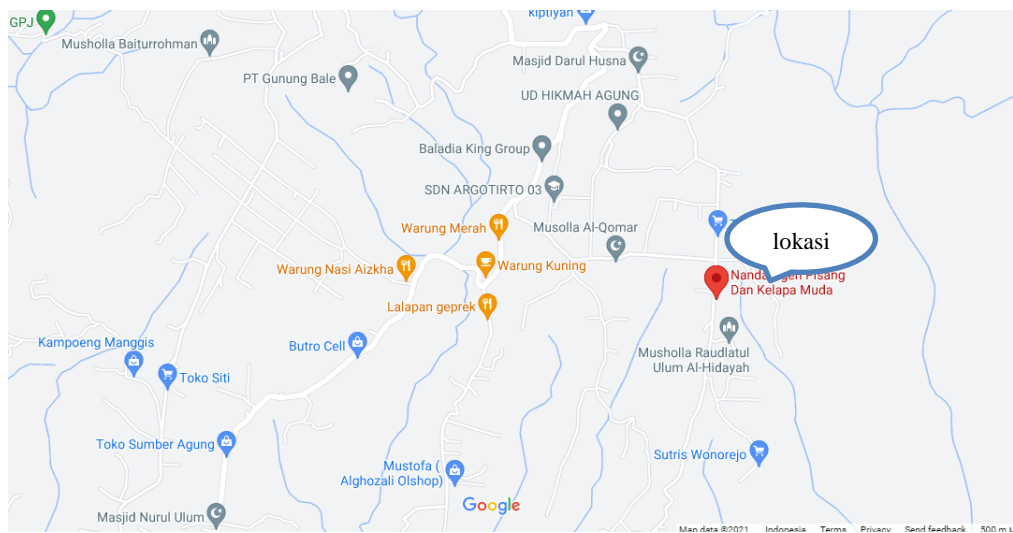
- Sun R, Lawther JM, dan Banks WB. 1995. Influence of alkaline pre-treatments on the cell wall components of wheat straw. *Industrial crops and products*, 4 (2).
- Supranto, S., Tawfiequrrahman A., dan Yunanto, D. E. 2015. Sugarcane Baggase Conversion to High Refined Cellulose Using Nitric Acid, Sodium Hydroxide, and Hydrogen Peroxide as the Delignificating Agent. *Journal of Angineering Science and Technology*. No. 1.
- Suryabrata, S. 2011. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kompetensi dan Praktiknya*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Taherzadeh MJ dan Karimi K. 2008. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: *A Review. Int. J. Mol. Sci.* 9.
- Tan, G., Morton, D.A.V., and Larson, I. 2015. On the Methods to Measure Powder Flow. *Curr Pharm Des.* Vol. 21 No. 40 : 5751-65.
- Tomas-Pejo E, Alvira P, Ballesteros M, Negro MJ. 2011. Pretreatment Technologies for Lignocellulose-to-Bioethanol Conversion. di dalam Pandey A (ed.), *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes*.
- Voigt, R. 1995. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi* (Soendani Noerono Soewandhi dan Mathilda B. Widiyanto, penerjemah). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Tyas, Sekar Insani Sumarning. 2000. *Studi Netralisasi Limbah Serbuk serabut Kelapa (cocodeat) Sebagai Media Tanam*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Zhang M, Qi W, Liu R, Su R, Wu S, He Z. 2010. Fractionating lignocellulose by formic acid: characterization of major components *Biomass and Bioen.* 34.
- Zhao Y, Wang Y, Zhu JY, Ragauskas A, dan Deng Y. 2008. Enhanced enzymatic hydrolysis of spruce by alkaline pretreatment at low temperature. *Biotechnol Bioeng* .

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Limbah Siwalan dan Kelapa



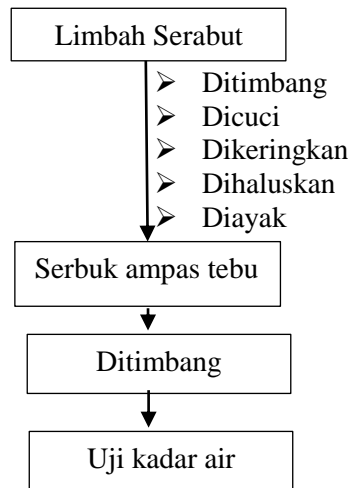
Lokasi Pengambilan Siwalan



Lokasi Pengambilan Kelapa



Lampiran 2. Preparasi Bahan

A. Skema Preparasi





B. Rendemen

1. Siwalan

Bahan Baku	Berat	Gambar
Siwalan Basah	6,76 Kg	
Serbuk Siwalan Kering	1,355 Kg	
Rendemen	20,04%	

2. Kelapa

Bahan Baku	Berat	Gambar
Siwalan Basah	1,6 Kg	
Serbuk Siwalan Kering	0,590 Kg	
Rendemen	36,87%	

Lampiran 3. Hasil Determinasi Tanaman Siwalan



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA BATU
Jalan Lahor No 87 Telp. (0341) 593396
KOTA BATU 65313

Nomor : 074/ 224A/ 102.7/ 2020
Sifat : Biasa
Perihal : **Determinasi Tanaman Siwalan**

Memenuhi permohonan saudara :

Nama : YUSUF IKROM NUR AZAMI
NIM : 16670002
Fakultas : FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

1. Perihal determinasi tanaman siwalan

Kingdom : Plantae
Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Arecales
Famili : Arecaceae (sin. Palmae)
Genus : Borassus
Spesies : *Borassus flabellifer* L.
Sinonim : *Borassus sundaicus* Becc.
Nama daerah : Siwalan, pohon lontar, tal; lonta (Minangkabau), ental (Sunda, Jawa, Bali), taal (Madura), dun tal (Sasak), jun tal (Sumbawa), tala (Sulsel), lontara (Toraja), lontoir (Ambon), manggita, manggitu (Sumba) dan tua (Timor).

Kunci Determinasi : 1b-2b-3b-4b-6b-7a-8b-2b-2.

2. Morfologi : Habitus: Pohon, berbatang tunggal dengan tinggi 15-30 m dan diameter batang sekitar 60 cm, sendiri atau kebanyakan berkelompok, berdekatan. Daun: Besar, terkumpul di ujung batang membentuk tajuk yang membulat; helaian daun serupa kipas bundar, diameter hingga 1,5 m, bercangap sampai berbagi menjari; dengan taju anak daun selebar 5-7 cm, sisi bawahnya keputihan oleh karena lapisan lilin; tangkai daun mencapai panjang 1 m, dengan pelepah yang lebar dan hitam di bagian atasnya; sisi tangkai dengan deretan duri yang berujung dua. Bunga: Karang bunga dalam tongkol, 20-30 cm dengan tangkai sekitar 50 cm. Buah: Buah bergerombol dalam tandan, hingga sekitar 20 butir, bulat peluru berdiameter 7-20 cm, hitam kecoklatan kulitnya dan kuning daging buahnya bila tua. Biji: Berbiji tiga butir dengan tempurung yang tebal dan keras.

3. Bagian yang digunakan: Serabut.

4. Penggunaan : Penelitian.

5. Daftar Pustaka

- Van Steenis, CGGJ. 2008. *FLORA: untuk Sekolah di Indonesia*. Pradnya Paramita, Jakarta.

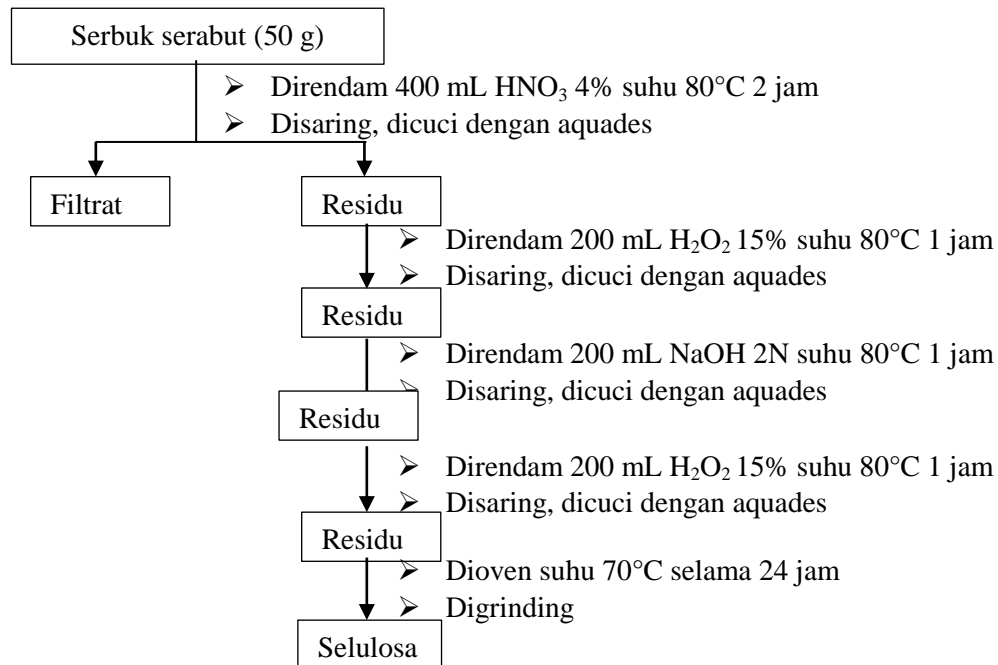
Demikian surat keterangan determinasi ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Batu, 06 Maret 2020
An. Kepala UPT Lab. Herbal Materia Medica Batu
Kepala Seksi Pelayanan Laboratorium Herbal,

Fitria Rahmawati, S.Farm., Apt.
NIP.199004302014032002

Lampiran 4. Proses Isolasi Selulosa

A. Skema Isolasi Selulosa



B. Rendemen Selulosa









Selulosa Siwalan

No.	Berat Siwalan	Selulosa	Rendemen	SD
1.	50 gr	6,13	12,26%	±0,17
2.	50 gr	6,15	12,30%	
3.	50 gr	6,33	12,66%	
4.	50 gr	6,56	13,12%	
5.	50 gr	6,33	12,66%	
Rata-rata		6,30	12,60 %	

Selulosa Kelapa

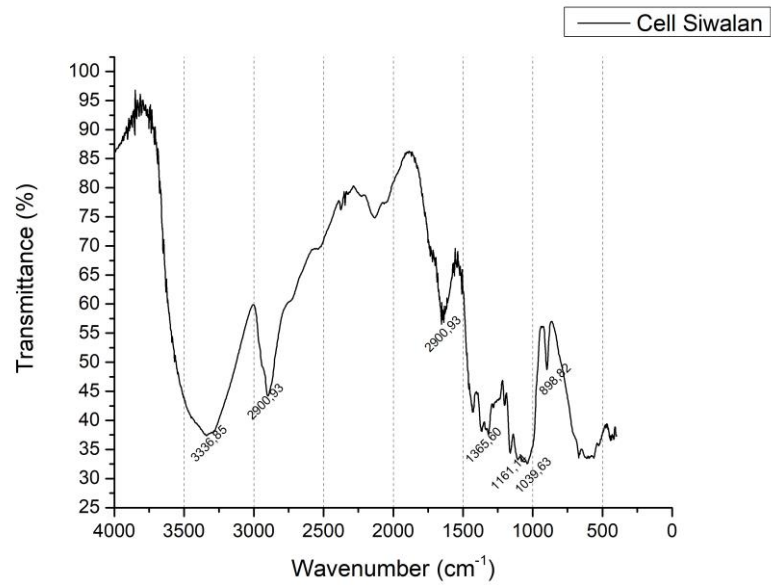
No.	Berat Kelapa	Selulosa	Rendemen	SD
1.	50 gr	7,14	14,28%	±0,11
2.	50 gr	6,92	13,84%	
3.	50 gr	7,16	14,32%	
4.	50 gr	7,20	14,40%	
5.	50 gr	7,08	14,16%	
Rata-rata		7,10	14,20 %	

Lampiran 5. Gambar Proses Isolasi Selulosa

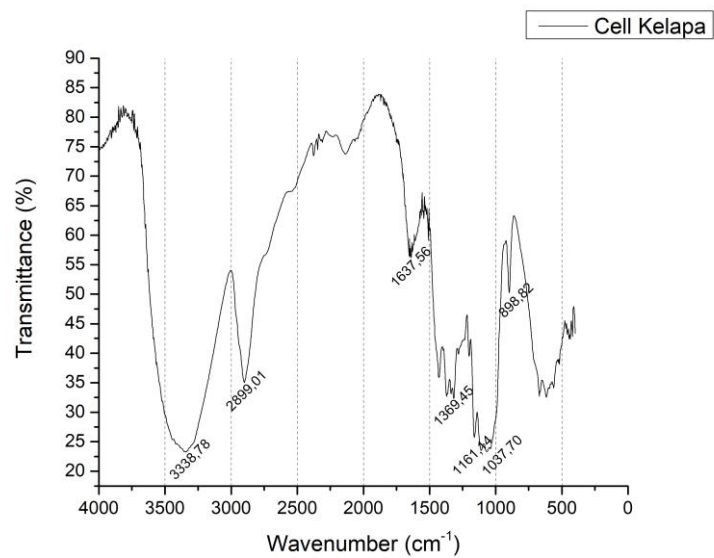
No.	Proses Isolasi Selulosa	
1.	Hidrolisis	
	Siwalan	Kelapa
		
2.	Bleaching	
	Siwalan	Kelapa
		
3.	Delignifikasi	
	Siwalan	Kelapa
		
4.	Bleaching	
	Siwalan	Kelapa
		

Lampiran 6. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

1. Spektra FTIR Selulosa Siwalan



2. Spektra FTIR Selulosa Kelapa





Lampiran 7. Karakteristik Fisik dan *Powder Properties*

Tabel Karakteristik Fisik

Sampel	Organoleptis		pH	Kadar Air (%)
	Bentuk	Warna		
Selulosa Siwalan	Serbuk	Putih	6,8	7,34%
Selulosa Kelapa	Serbuk	Putih kekuningan	7,8	7,96 %
Selulosa Standar	Serbuk	Putih	6,3	7,21%

Tabel Penampakan Selulosa

Selulosa Siwalan	Selulosa Kelapa
	

Lampiran 8. Powder Properties

Tabel Powder Properties

	<i>Siwalan</i>	<i>Kelapa</i>	<i>Standar</i>
Bulk Density = massa/volume	$= 2/19$ $= 0,105 \text{ g/cm}^3$	$= 2/18,4$ $= 0,108 \text{ g/cm}^3$	$= 2/9,2$ $= 0,217 \text{ g/cm}^3$
Tapped Density = massa/volume	$= 2/11,9$ $= 0,168 \text{ g/cm}^3$	$= 2/12,1$ $= 0,165 \text{ g/cm}^3$	$= 2/7,6$ $= 0,263 \text{ g/cm}^3$
Angle of Repose = $\tan^{-1}(h/r)$	$= \tan^{-1}(2/1,3)$ $= 56,98^\circ$	$= \tan^{-1}(2/1,3)$ $= 56,98^\circ$	$= \tan^{-1}(2/1,5)$ $= 53,13^\circ$
Compressibility = $100 \times \left(\frac{\rho_{\text{tapped}} - \rho_{\text{bulk}}}{\rho_{\text{tapped}}} \right)$	$= 100 \times \left(\frac{0,168 - 0,105}{0,168} \right)$ $= 37,5 \%$	$= 100 \times \left(\frac{0,165 - 0,108}{0,165} \right)$ $= 34,545 \%$	$= 100 \times \left(\frac{0,263 - 0,217}{0,263} \right)$ $= 17,49 \%$
Hausner Ratio = $(\rho_{\text{tapped}} / \rho_{\text{bulk}})$	$= (0,168 / 0,105)$ $= 1,6 \text{ g/cm}^3$	$= (0,165 / 0,108)$ $= 1,527 \text{ g/cm}^3$	$= (0,263 / 0,217)$ $= 1,212 \text{ g/cm}^3$

Lampiran 9. Perhitungan dan Pembuatan Larutan Isolasi Selulosa

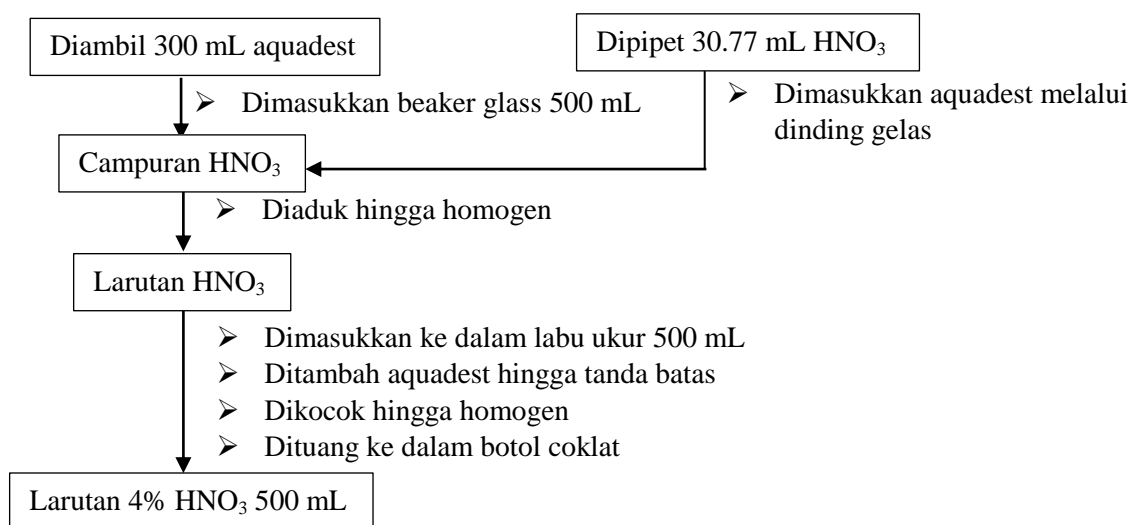
A. Pembuatan 4% HNO₃ 500 mL

$$m_1 \times v_1 = m_2 \times v_2$$

$$65\% \times X = 4\% \times 500 \text{ mL}$$

$$X = \frac{4\% \times 500 \text{ mL}}{65\%}$$

$$X = 30.77 \text{ mL}$$



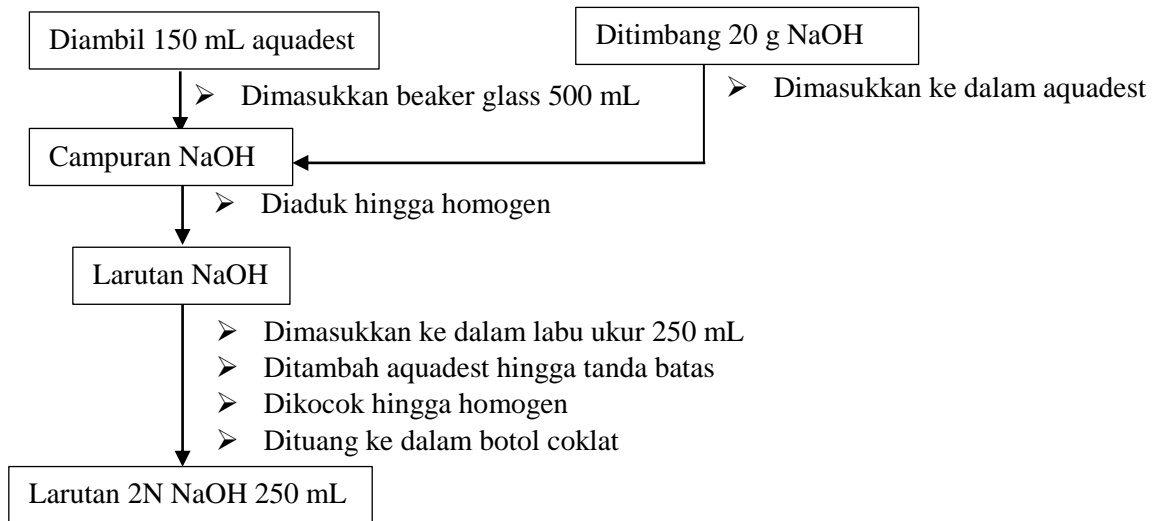
B. Pembuatan 2N NaOH 250 mL

$$N = \frac{m}{Mr} \times \frac{n}{Vol}$$

$$2N = \frac{m}{40} \times \frac{1}{0.25 \text{ L}}$$

$$m = \frac{2 \times 40 \times 0.25}{1}$$

$$m = 20 \text{ g}$$

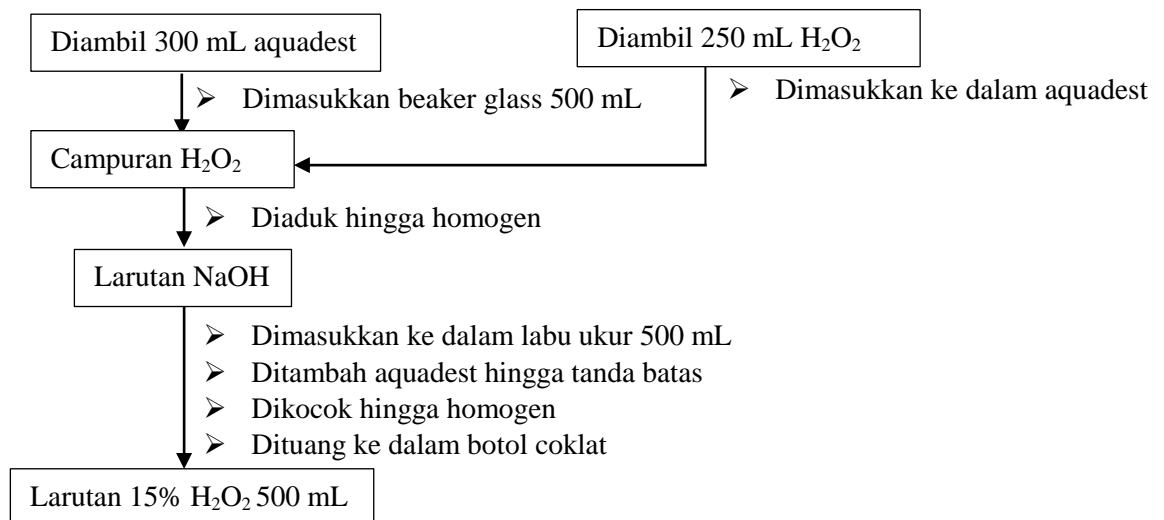


C. Pembuatan 15% H_2O_2 500 mL

$$m_1 \times v_1 = m_2 \times v_2$$

$$30\% \times X = 15\% \times 500 \text{ mL}$$

$$X = \frac{15\% \times 500 \text{ mL}}{30\%}$$



$$X = 250 \text{ ml}$$