

**OPTIMALISASI SERABUT SIWALAN (*BORASSUS FABELLIFER L*)
SEBAGAI BAHAN BAKU SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
(CMC-Na) MENGGUNAKAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

SKRIPSI

OLEH :

YUSUF IKROM NUR AZAMI

NIM : 16670002



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

2021

**OPTIMALISASI SERABUT SIWALAN (*BORASSUS FABELLIFER L*)
SEBAGAI BAHAN BAKU SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
(CMC-Na) MENGGUNAKAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

SKRIPSI

Oleh :

YUSUF IKROM NUR AZAMI

NIM. 16670002

Diajukan Kepada:

**Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Universitas Islam Negeri 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

**OPTIMALISASI SERABUT SIWALAN (*BORASSUS FABELIFER L*)
SEBAGAI BAHAN BAKU SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
(CMC-Na) MENGGUNAKAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

SKRIPSI

Oleh :

YUSUF IKROM NUR AZAMI

NIM.16670002

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:

Tanggal :

Pembimbing I



Dr. Begum Fauziyah, 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

**OPTIMALISASI SERABUT SIWALAN (*BORASSUS FABELLIFER L*)
SEBAGAI BAHAN BAKU SODIUM CARBOXYMETHYL CELLULOSE
(CMC-Na) MENGGUNAKAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**

SKRIPSI

Oleh :

YUSUF IKROM NUR AZAMI

NIM. 16670002

**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 2017010 12 125**

**Anggota Penguji : Dr. Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm.
NIP. 19830628 200912 2 004**

**: apt. Alif Firman F., S.Farm., M.Biomed.
NIP. 19920607 201903 1 017**

**: apt. Hajar Sugahantoro, M.P.H.
NIP. 19851216 20160801 1 086**



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Farmasi



**apt. Abdur Hakim, M.P.I., M.Farm.
NIP. 19761214 200912 1 002**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:


Nama : Yusuf Ikrom Nur Azami
NIM : 16670002
Program studi : Farmasi
Fakultas : Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan
Judul Penelitian : Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus Fabelifer L*)
Sebagai Bahan Baku Sodium Carboxymethyl Cellulose
(Cmc-Na) Menggunakan Variasi Konsentrasi Natrium
Hidroksida (NaOH)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan 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, 14 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,




Yusuf Ikrom Nur Azami

NIM. 16670002

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

Dengan senantiasa memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT beserta shalawat dan salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW sehingga bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Tak ada kata yang dapat diucapkan, tak ada perilaku yang dapat dilakukan. Dengan rasa syukur yang teramat besar, penulis persembahkan tulisan karya ini untuk yang teristimewa kedua orangtua, Alm. Bapak Purwono Rasyid Sudarto dan Ibu Nursoim Srimulyani Purwianasih serta kedua kakak, Rochana Purba Nurfauzi dan Lantik Tri Yudha Bakti, kedua keponakan, Prabu Nibras Syaria Al-Fachri dan Qori Al-Adawiyah, yang tidak pernah berhenti berdoa dan selalu memberikan semangat dan dukungan serta motivasi.

Dan tak lupa untuk sahabat, teman-teman dan semua pihak yang turut mendoakan, memberikan semangat dan motivasi agar segera menyelesaikan skripsi ini sehingga dapat memperoleh gelar Sarjana Farmasi. Terimakasih semuanya. Tak ada ungkapan yang pantas selain rasa syukur dan terimakasih kepada Allah SWT yang telah mempertemukan penulis dengan orang-orang baik seperti kalian. Semoga Allah membalas segala kebaikan kalian dengan sebaik-baiknya balasan

Aamiin.

MOTTO

**“Keajaiban hanya datang kepada mereka yang tidak pernah menyerah.
Jangan meremehkan kekuatan keajaiban!”**

Dzikir, Fikir, Amal Sholeh

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulisan naskah skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW, keluarga, para sahabat dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Penelitian dalam skripsi ini berjudul “Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus Fabelifer L*) Sebagai Bahan Baku Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na) Menggunakan Variasi konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH)”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Sarjana Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. dr. Yuyun Yueniwati Prabowowati Wadjib, M.Kes., Sp.Rad. (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. apt. Abdul Hakim, M.P.I.,M.Farm. selaku ketua Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr. Begum Fauziyah, S.Si.,M.Farm. selaku pembimbing I, atas bimbingan, kesabaran serta waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik.
5. Dewi Sinta Megawati, M.Sc. selaku pembimbing II, atas bimbingan, kesabaran serta waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik.
6. apt. Alif Firman Firdausy, S.Farm., M.Biomed selaku penguji skripsi ini, atas bimbingan, kesabaran serta waktunya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik.
7. Kedua orang tua tercinta, alm. Bapak Purwono Rasyid Sudarto dan Ibu Nursoim Srimulyani Purwaniasih, kedua kakak, Rochana Purba Nurfauzi dan Lantik Tri Yudha Bakti serta kedua keponakan, Prabu Nibras Syaria Al-Fachri dan Qori Al-Adawiyah, yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan doa.
8. Seluruh Dosen Program Studi Farmasi yang telah memberikan bekal ilmu semangat serta bantuan dalam banyak hal kepada penulis selama menempuh pendidikan.
9. Teman-teman Farmasi UIN Maliki 2016, terimakasih atas bantuan, saran, dan semua hari-hari yang kita lewati bersama selama menempuh Program Studi Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
10. Sahabat-sahabat Keluarga Besar PMII Rayon “Penyelamat” Dja’far Saifuddin yang telah memberikan semangat, saran dan motivasi serta doa.

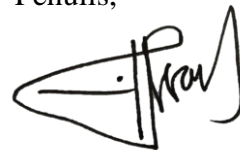
11. Teman-teman ISMAFARSI Kabinet Harmoni atas Ilmu, semangat, motivasi dan doanya.

12. Semua pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung yang tidak mampu penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas dukungan dan doanya.

Dengan segala kerendahan hati penulis mohon maaf sebesar-besarnya apabila naskah skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga tulisan dalam naskah ini dapat bermanfaat.

Malang, 14 Juli 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yusuf Ikrom Nur Azami', written in a cursive style.

Yusuf Ikrom Nur Azami

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
HALAMAN PENGAJUAN.....
HALAMAN PERSETUJUAN
HALAMAN PENGESAHAN.....
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN
LEMBAR PERSEMBAHAN
MOTTO
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	9
1.3. Tujuan Penelitian	10
1.3.1. Tujuan Umum	10
1.3.2. Tujuan Khusus	10
1.4. Manfaat Penelitian	10
1.4.1. Manfaat Akademik.....	10
1.4.2. Manfaat Praktis	10
1.5. Batasan Masalah	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Tanaman Siwalan.....	12
2.1.1. Taksonomi dan Ciri Morfologi	12
2.1.2. Habitat dan Budidaya Tanaman Siwalan	16
2.1.3. Pemanfaatan Tanaman Siwalan	16
2.1.4. Serabut Siwalan.....	17
2.2 Selulosa.....	17
2.2.1. Definisi Selulosa	17
2.2.2. Isolasi Selulosa.....	20

2.3.Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na).....	25
2.3.1. Pengertian CMC-Na.....	25
2.3.2.Fungsi CMC-Na.....	26
2.3.3.Sintesis CMC-Na	27
2.3.4. Karakterisasi CMC-Na.....	29
2.4. Pemanfaatan Bahan Alam sebagai Bahan Baku CMC-Na dalam Islam.....	33
BAB III KERANGKA KONSEPTUAL.....	35
3.1. Kerangka Konseptual.....	35
3.2. Uraian Kerangka Konsep.....	36
3.3. Hipotesis	37
BAB IV METODE PENELITIAN	38
4.1. Jenis dan Rancangan Penelitian	38
4.2. Waktu dan Tempat Penelitian	39
4.3.Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel	39
4.3.1.Variabel Penelitian.....	39
4.3.2.Definisi Operasional Variabel.....	39
4.4.Alat dan Bahan.....	41
4.4.1. Alat.....	41
4.4.2. Bahan	41
4.5.Prosedur Penelitian	41
4.5.1.Bahan Baku.....	41
4.5.2. Pembuatan CMC Na	42
4.5.3. Karakterisasi CMC Na	43
4.6. Rancangan Penelitian.....	46
4.6.1. Preparasi Bahan.....	46
4.6.2. Isolasi Selulosa.....	47
4.6.3. Sintesis CMC Na.....	48
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
5.1. Bahan Baku	49
5.1.1. Pemanfaatan Limbah Serabut Siwalan dalam pandangan Islam.....	49
5.1.2. Pengambilan Sampel dan Determinasi.....	53
5.1.3. Preparasi Bahan Baku	54
5.2. Pembuatan CMC-Na.....	55
5.2.1. Isolasi Selusola Serabut Siwalan.....	55

5.2.2. Sintesis CMC-Na	59
5.3. Karakterisasi CMC-Na.....	64
5.3.1. Analisis CMC-Na menggunakan FTIR.....	64
5.3.2. Analisis Organoleptis	69
5.3.3. Uji Kelarutan.....	70
5.3.4. Uji pH.....	72
5.3.5. Uji Kadar Air	73
5.3.6. Uji Viskositas.....	75
5.3.7. Uji Derajat Substitusi (DS)	77
BAB VI PENUTUP	81
6.1. Kesimpulan	81
6.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN 1.....	91
LAMPIRAN 2.....	92
LAMPIRAN 3.....	94
LAMPIRAN 4.....	96
LAMPIRAN 5.....	97
LAMPIRAN 6.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Siwalan	12
Gambar 2.2 Bunga (a) dan buah (b) lontar (<i>Borassus flabellifer</i> L.)	14
Gambar 2.3 Struktur Selulosa.....	19
Gambar 2.4 Proses Delignifikasi	20
Gambar 2.5 Rumus Hidrolisa Asam.....	22
Gambar 2.6 Skema Pembentukan Gugus Aldehida.....	23
Gambar 2.7 Pembentukan Gugus Aldehida	23
Gambar 2.8 Skema Pembentukan Gugus Keton	24
Gambar 2.9 Skema Pembentukan Karboksil.....	24
Gambar 2.10 Skema Reaksi Karbohidrat Dengan Alkali.....	25
Gambar 2.11 Struktur CMC-Na	26
Gambar 4.1. Skema Preparasi Bahan	47
Gambar 4.2. Skema Isolasi CMC-Na	48
Gambar 4.3. Skema Sintesis CMC-Na	49
Gambar 5.1. Serabut Siwalan	55
Gambar 5.2. Komponen Ligninselulosa.....	57
Gambar 5.3. Proses Isolasi Selulosa.....	58
Gambar 5.4. Serabut Siwalan dan Selulosa Hasil Sintesis	60
Gambar 5.5. Selulosa Setelah Alkalisasi	61
Gambar 5.6. Selulosa Setelah Karboksimetilasi.....	62
Gambar 5.7. CMC-Na Setelah dinetralkan dan Pencucian	63
Gambar 5.8. Hasil Sintesis CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar.....	64
Gambar 5.9. Hasil Analisis FTIR Serabut Siwalan	65
Gambar 5.10. Hasil Analisis FTIR Selulosa dari Serabut Siwalan	66
Gambar 5.11. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 20%	66
Gambar 5.12. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 30%	67

Gambar 5.13. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 40%	65
Gambar 5.14. Hasil Analisis FTIR CMC-Na Standar	68
Gambar 5.15. Hasil Overlay Analisis FTIR CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	68
Gambar 5.16. Penampakan CMC-Na dengan variasi 20%, 30% dan 40% serta CMC-Na standar	69
Gambar 5.17. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut aquades	71
Gambar 5.18. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut etanol	72
Gambar 5.19. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut dietil eter	73
Gambar 5.20. Grafik Hasil Uji pH CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	74
Gambar 5.21. Grafik Hasil Uji Kadar Air CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	75
Gambar 5.22. Grafik Hasil Uji Viskositas CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	78
Gambar 5.23. Nilai DS CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na standar	80
Gambar 5.24. Struktur Natrium Glikolat.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penamaan Siwalan menurut Bahasa daerah di Indonesia	11
Tabel 2.2. Fungsi CMC-Na dan Konsentrasinya	27
Tabel 2.3. Serapan Absorbansi pada FTIR	30
Tabel 5.1. Hasil Rata-rata Rendemen Isolasi Selulosa.....	59
Tabel 5.2. Hasil Rendemen CMC-Na berbagai variasi.	64
Tabel 5.3. Analisis gugus fungsi serabut siwalan, selulosa serabut seiwalan, CMC-Na standar dan CMC-Na serabut siwalan berbagai variasi konsentrasi NaOH.	69
Tabel 5.4. Nilai Kadar Air CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	75
Tabel 5.5. Nilai Viskositas CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	77
Tabel 5.6. Nilai DS CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar	79

DAFTAR SINGKATAN

CMC-Na	: <i>Carboxymethyl Cellulose Sodium</i>
Na MCA	: <i>Sodium Monochloroacetate</i>
HNO ₃	: Asam Nitrat
H ₂ O ₂	: Hidrogen Peroksida
NaOH	: Natrium Hidroksida
pH	: <i>Power of Hydrogen</i>
°C	: Derajat Celcius
SS	: Serabut Siwalan
cm	: Sentimeter
FTIR	: <i>Fourier Transform Infra-Red</i>
DS	: Derajat Substitusi
g	: Gram
mL	: Mililiter
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SWT	: <i>Subhanahu Wata'ala</i>
µm	: Mikrometer

ABSTRAK

Azami, Yusuf Ikrom Nur. 2021. Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus fabellifer L*) Sebagai Bahan Baku Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na) Menggunakan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH). Skripsi. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Dr. Begum Fauziah, S.Si, M.Farm., Pembimbing II: Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Serabut siwalan merupakan salah satu limbah perkebunan yang diketahui memiliki banyak kandungan serat kasar salah satunya yaitu selulosa. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian tentang sintesis CMC-Na berbahan dasar selulosa yang diisolasi dari serabut siwalan. CMC-Na yang dihasilkan memiliki kelebihan diantaranya sebagai alternatif pengganti dari penggunaan gelatin hewani yang terbuat dari kulit babi, sehingga dapat dijamin kehalalannya dan dapat memenuhi kebutuhan berbagai industri sebagai bahan pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat serta dapat meningkatkan nilai ekonomis dari serabut siwalan. CMC-Na diperoleh dari hasil sintesis selulosa yang diisolasi dari serabut siwalan. Isolasi selulosa dilakukan dengan metode kimiawi meliputi tahap hidrolisis asam dengan HNO_3 4%, delignifikasi dengan NaOH 2N, dan diakhiri *bleaching* menggunakan H_2O_2 15%. Selanjutnya dilakukan sintesis CMC-Na dengan mereaksikan antara selulosa dengan NaOH (20%, 30%, dan 40%) dalam pelarut isopropil alkohol, kemudian dilanjutkan dengan karboksimetilasi menggunakan sodium monokloroasetat. Hasil sintesis kemudian diuji dengan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) dan beberapa uji karakterisasi. Selulosa yang disintesis berbentuk serbuk dan berwarna putih. Proses sintesis berhasil dilakukan karena ada perubahan gugus fungsi dan identik dengan spektrum CMC-Na standar. Variasi CMC-Na terbaik dari penambahan NaOH 30% dengan hasil karakterisasi sebagai berikut: berbentuk serbuk berwarna putih; larut dalam air dan tidak larut dalam etanol 96% dan dietil eter; memiliki pH sebesar 7,6; kadar air 8,24%; viskositas sebesar 13,68 cPs; dan nilai DS sebesar 1,10.

Kata kunci: *Carboxymethyl cellulose* (CMC-Na), Selulosa, Serabut Siwalan, Karakterisasi

ABSTRACT

Azami, Yusuf Ikrom Nur. (2021). Optimization of Siwalan (*Borassus fabellifer L*) Fiber as Raw Material for Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na) Using Variations in Sodium Hydroxide (NaOH) Concentration. Undergraduate Thesis. Department of Pharmacy. Faculty of Health Sciences, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: Dr. Begum Fauziyah, S.Si, M.Farm., Dewi Sinta Megawati, M.Sc.

Siwalan fiber is one of the plantations' wastes which is known to have a lot of crude fiber content, one of which is cellulose. Therefore, a study was carried out on the synthesis of cellulose-based CMC-Na isolated from siwalan fibers. The resulting CMC-Na has advantages including as an alternative to the use of animal gelatin made from pig skin, so that it can be guaranteed halal. It also can meet the needs of various industries as thickening agents, emulsion stabilizers or suspensions and binders. It can increase the economic value of siwalan fiber. CMC-Na was obtained from the synthesis of cellulose isolated from siwalan fibers. Cellulose isolation was carried out by chemical methods including acid hydrolysis with 4% HNO₃, delignification with 2N NaOH, and ended with bleaching using 15% H₂O₂. Subsequently, CMC-Na was synthesized by reacting cellulose with NaOH (20%, 30%, and 40%) in isopropyl alcohol, followed by carboxymethylation using sodium monochloroacetate. The results of the synthesis were then tested with Fourier Transform InfraRed (FTIR) and several characterization tests. The synthesized cellulose is in powder form and is white in color. The synthesis process was successful because there was a change in the functional group and it was identical to the standard CMC-Na spectrum. The best variation of CMC-Na from the addition of 30% NaOH with the following characterization results: in the form of white powder; soluble in water and insoluble in 96% ethanol and diethyl ether; has a pH of 7.6; water content 8.24%; viscosity of 13.68 cPs; and the DS value is 1.10.

Keywords: *Carboxymethyl cellulose (CMC-Na)*, Cellulose, Siwalan Fiber, Characterization

التشغيل الأمثل من خيط البورسوس (*Borassus Fabellifer L*) مواد الخام محلول كربوميثول الصوديوم (CMC-Na) باستخدام تنوع أكثرات هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)

يوسف إكرام نور عزامي، بجوم فوزية، وديوي سينتا ميغاواتي

قسم الصيدلة، كلية الطب والعلوم الصحة، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج، مالانج، إندونيسيا.

البريد الإلكتروني: (yusufikrom28@gmail.com)

مستخلص البحث

خيط البورسوس هو إحدى من قمامة البستاني التي تعرف ان تملك كثير عناصر الليف الأجلش، إحدى هي السليلوزية. بسبب ذلك، يفعل البحث عن يورثين (CMC-Na) بمادة أساس السليلوزية الذي يعزل من خيط البورسوس. (CMC-Na) الذي يحصل، يملك المزايا مثلا لخيار المبادل من استخدام الهلام الحيوان الذي يجعل من جلد الخنزير، حتى يستطيع ان يضمن حلاله ويستطيع ان يتبرع كل احتياج الصناعة مادة المثخن، متوازن المستحلب أو التعليق ومادة المشبك ويستطيع ان يرتفع قيمة الإقتصادية من خيط البورسوس. ينال (CMC-Na) من حصيلة يورثين السليلوزية الذي يعزل من خيط البورسوس. يفعل عزل السليلوزية بطريقة الكيمياء ويضمن من مرحلة المائي الحمض ب (HNO₃) 4 %، نزع اللجنه ب (NaOH) 2 (N)، ويختتم مبيضا باستخدام (H₂O₂) 15 %. وبالتالي، يفعل يورثين (CMC-Na) باستجابة بين السليلوزية و (NaOH) 20 %، 30 %، و 40 % في مسيل الايزوبروبيل الكحول، ثم يستمر بكاربوكسيمثيل يستخدم الصوديوم مونو كلورو أسيتات. ثم، تختبر حصيلة اليورثين ب ((Fourier Transform InfraRed (FTIR) واختبارات التوصيف. السليلوزية التي يورثين، شكل المسحوق والأبيض. تنجح عملية اليورثين ان تفعل لأن موجود تغير لجنة الوظيفة و تماثل بطيف الضوء (CMC-Na) المعيار. تنوع (CMC-Na) الأفضل من زيادة (NaOH) 30 % بحصيلة التمثيل : شكل المسحوق الأبيض، متأخر في الماء ولا متأخر في الإيثانول 96 % وثنائي إيثيل الأثير، تملك (pH) 7,6 ، معيار الماء 8,24 %، اللزوجة 13,68 (cPs)، وقيمة (DS) 1,10.

الكلمات المفتاح: *Carboxymethyl cellulose (CMC-Na)*، السليلوزية، خيط البورسوس، تمثيل.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na merupakan suatu bahan yang sangat luas kegunaannya dalam berbagai sektor. Kebutuhan CMC-Na di Indonesia tergolong cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh berkembangnya industri pangan dan obat-obatan di Indonesia. CMC-Na merupakan turunan selulosa yang paling banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, detergen, tekstil dan produk kosmetik sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat. (Wijayani dkk., 2005). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.722/MENKES/PER/IX/88 tentang Bahan Tambahan Makanan, CMC dimasukkan dalam golongan pengemulsi, pemantap atau pengental (*emulsifier, stabilizer, thickener*).

Kebutuhan CMC-Na meningkat di Indonesia. Konsumsi CMC-Na pada tahun 2013 mencapai angka 37.491 ton. Indonesia mempunyai dua pabrik CMC-Na yakni PT. Inti Cellulose Utama Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 300 ton/tahun dan PT. Risjad Brasali Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 4.800 ton/tahun. Kedua pabrik tersebut masih belum mampu memenuhi kebutuhan CMC-Na di Indonesia (Putri, 2016).

Pemenuhan kebutuhan CMC-Na yang tinggi di Indonesia masih dilakukan dengan cara impor. Data impor CMC-Na pada tahun 2016 yang masih relatif tinggi dengan angka total impor yakni mencapai 5.003.165 Kg dengan anggaran sebesar 17.101,183 USD (Badan Pusat Statistik, 2016). Oleh sebab itu, perlu dilakukan

inovasi dalam pembuatan CMC-Na dengan bahan baku yang tersedia banyak di Indonesia.

CMC-Na adalah turunan dari selulosa yang telah dikarboksimetilasi. CMC-Na tersusun atas eter polimer linier dengan gugus karboksimetil ($-\text{CH}_2\text{-COOH}$) yang terikat pada beberapa gugus OH dari monomer glukopiranos. Strukturnya didasarkan pada β -(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose polimer dari selulosa (Hoefler *et al.*, 2011). Penampakan CMC-Na secara organoleptis berbentuk serbuk atau granul berwarna putih hingga krem dan bersifat higroskopik (Depkes RI, 2014).

CMC-Na didapatkan dengan cara alkalisasi antara selulosa dengan natrium hidroksida dalam pelarut isopropil alkohol kemudian dilanjutkan dengan esterifikasi menggunakan sodium monokloro asetat. CMC-Na merupakan zat dengan warna putih atau sedikit kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa, berbentuk granul yang halus atau bubuk yang bersifat higroskopik (Togrul, 2004). Menurut Tranggono (1991), CMC ini mudah larut dalam air panas maupun air dingin. Pada pemanasan dapat terjadi pengurangan viskositas yang bersifat dapat balik (*reversible*).

Proses sintesis CMC-Na dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya alkalisasi dan karboksimetilasi. Pada tahap alkalisasi serat selulosa akan mengembang, yang menyebabkan struktur kristalin selulosa akan berubah dan meningkatkan kemampuan kimia masuk ke dalam serat. Selain itu, fase cair (campuran alkohol-air) sebagai agen solvasi, melarutkan NaOH dan mendistribusikannya ke gugus hidroksil selulosa membentuk alkil selulosa. Larutan NaOH akan menembus ke struktur kristal selulosa, kemudian mensolvasi gugus

hidroksil yang membuatnya siap untuk reaksi etserifikasi dengan cara memutus ikatan hidrogen. Alkalisasi dilakukan menggunakan NaOH, yang tujuannya mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa dan berfungsi untuk memudahkan difusi reagen pada tahap karboksimetilasi. Pada proses karboksimetilasi digunakan reagen natrium monokloroasetat (Wijayani dkk, 2005). Konsentrasi NaOH sangat berpengaruh terhadap kadar air, derajat substitusi dan viskositas CMC-Na yang disintesis (Muzaifa, 2006).

Karboksimetilasi menggunakan senyawa monokloroasetat baik dalam bentuk asam maupun dalam bentuk garamnya, seperti natrium monokloroasetat. Jumlah alkali yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap jumlah garam natrium monokloroasetat untuk bereaksi dengan gugus hidroksil pada selulosa. Komposisi reagen alkalisasi dan karboksimetilasi dalam pembuatan CMC sangat menentukan kualitas atau mutu dari CMC yang dihasilkan (Wijayani dkk, 2005).

CMC-Na dapat disintesis dari bahan yang mempunyai kandungan selulosa. Beberapa bahan yang dapat menghasilkan selulosa diantaranya adalah kulit pisang (Fitriyano dan Syamsuddin, 2016), limbah sagu (Pushpamalar, 2005), eceng gondok (Indriyati *et al.*, 2016), ampas tebu (Asl *et al.*, 2017), alang-alang (Megawati *et al.*, 2017) dan kulit buah kakao (Nisa dan Putri, 2014), dan Serabut siwalan (Sembiring *et al.*, 2003). Menurut Masuri *et al.*, (2018) Serabut siwalan mengandung 68,94% selulosa, 5,37% lignin, 14,03% hemiselulosa dan 0,6% lilin. Hal ini menjadikan alasan peneliti untuk menggunakan serabut siwalan sebagai bahan penelitian.

Serabut 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). Serabut 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). Limbah serabut siwalan merupakan salah satu masalah lingkungan yang jika ditimbun akan menyebabkan kerusakan alam. Masalah lingkungan hidup merupakan persoalan mendunia yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia. Kerusakan lingkungan ini salah satunya dipicu oleh tingginya keinginan manusia mengambil manfaat dari alam dan tidak mengolah limbah yang dihasilkan dari objek. Dalam hal inipun Allah SWT telah mengingatkan manusia melalui Firman-Nya dalam Al-Quran surat Ar-Ruum ayat 41 sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ

يَرْجِعُونَ ٤١ -

Artinya : *Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).*

Ditinjau dari *asbab al-nuzul*, maka Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa surat Ar-Rum ayat 41 itu menjadi petunjuk bahwa berkurangnya hasil tanam-tanaman dan buah-buahan adalah karena banyak perbuatan maksiat yang dikerjakan

oleh para penghuninya. Abul Aliyah mengatakan bahwa barang siapa yang berbuat durhaka kepada Allah di bumi, berarti dia telah berbuat kerusakan di bumi, karena terpeliharanya kelestarian bumi dan langit adalah dengan ketaatan. Berdasarkan Ahmad Mustafa Al-Maragi dalam Tafsir al-Maragi dalam ayat tersebut, Allah SWT mengingatkan pada manusia bahwa akan merasakan kepada mereka balasan dari sebagian apa yang telah mereka kerjakan berupa kemaksiatan dan perbuatan-perbuatan lalu yang berdosa. Allah SWT kembali mengingatkan bahwa setelah menjalani kehidupan ini ada hari yang pada hari itu semua manusia akan menjalani penghisaban amal perbuatannya.

Allah SWT memperingatkan dalam ayat Al-Qur'an tersebut, ada dua hal pokok yang menjadi dasar pandangan Islam dalam isu perusakan lingkungan: (Efendi, 2011), pertama, Islam menyadari bahwa telah dan akan terjadi kerusakan lingkungan baik di daratan dan lautan yang berakibat pada turunnya kualitas lingkungan tersebut dalam mendukung hajat hidup manusia. Kedua, Islam memandang manusia sebagai penyebab utama kerusakan dan sekaligus pencegah terjadinya kerusakan tersebut.

Problem lingkungan yang kini dihadapi umat manusia umumnya disebabkan oleh dua hal: Pertama, kejadian alam sebagai peristiwa yang harus terjadi sebagai akibat proses dinamika alam. Kedua, peristiwa yang diakibatkan oleh perbuatan manusia. Kedua bentuk kejadian di atas bisa jadi mengakibatkan ketidakseimbangan pada ekosistem dan ketidaknyamanan kehidupan makhluk hidup baik manusia, tumbuh-tumbuhan maupun hewan. Ketidakseimbangan dan ketidaknyamanan tersebut dalam kadar tertentu dapat dikatakan sebagai bencana

(Mugiyati, 2016). Pengelolaan lingkungan bukan hanya tentang mengatur lingkungan, tetapi juga mengatur dan mengendalikan berbagai kegiatan manusia dalam batas toleransi, oleh karena itu diperlukan jiwa konservasi guna mewariskan sesuatu yang lebih baik sehingga dapat bermanfaat bagi kehidupan umat manusia itu sendiri.

Penelitian ini, berfokus pada pengelolaan limbah serabut siwalan yang berasal dari pohon siwalan atau lontar (*Borassus flabellifer L.*). Pohon siwalan merupakan tanaman multiguna yang banyak tumbuh dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia (Nuroniah *et al*, 2010). Luas areal pertanaman siwalan mencapai 15.000 ha di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Madura dengan populasi 500.000 tanaman. Selain itu, perkebunan siwalan terdapat di Nusa Tenggara Timur (Pulau Rote dan Sabu), Sulawesi, kepulauan Sunda Kecil, Maluku dan Papua, karena jumlahnya tidak diketahui. Menurut Badan Litbang Pertanian Pada tahun 2005 jumlah produksi buah siwalan mencapai 1,3 juta gelondong. (Bernhard, 2007).

Pohon siwalan merupakan salah satu tumbuhan yang baik dan setiap bagiannya diciptakan oleh Allah SWT sesuai ukurannya seperti dalam firman Allah SWT Qur'an surat Ar-ra'd ayat 4 dan Al-Hijr ayat 19,20 :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَةٌ وَجَنَّتْ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٍ وَنَخِيلٍ صِنَوَانٍ وَعَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى

بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضَلُ بَعْضُهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْمَلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ - ٤

Artinya :

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanam-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.”

Menurut Shihab dalam tafsir Al-Misbah Volume 6 (2002), menafsirkan tentang kebesaran dan kekuasaan Allah SWT, ayat ini melanjutkan bahwa di bumi tempat kamu memijakkan kaki dan menghirup udara, kamu semua melihat dengan sangat nyata ada kepingan-kepingan tanah saling berdekatan dan berdampingan namun demikian kualitasnya berbeda-beda. Ada yang tandus ada pula yang subur dan ada juga yang jenisnya sama yang ditumbuhi oleh tumbuhan yang berbeda. Ada yang menjadi lahan kebun anggur, dan tanaman-tanaman persawahan dan ada juga yang menjadi lahan bagi perkebunan pohon kurma yang bercabang dan ada yang tidak bercabang. Semua kebun dan tumbuhan itu disirami dengan air yang sama lalu tumbuh berkembang dan berubah pada waktu tertentu. Namun demikian Kami melebihkan sebagian tanam-tanaman itu atas sebagian yang lain dalam rasanya demikian juga dalam besar kecilnya, warna dan bentuknya serta perbedaan - perbedaan yang lain. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi kaum yang berfikir. Makna yang terpenting dalam ayat ini bahwa bimbingan Allah SWT kepada makhluk-Nya bertalian erat dengan hukum sebab akibat, bagi Allah SWT tidak ada pilih kasih dalam menetapkan hukuman. Balasan atau hukuman adalah akibat dari ketaatan atau keingkaran terhadap hukum Allah. Dengan nikmat dan tanda-tanda yang Allah berikan, manusia sebagai ciptaan Allah SWT diberi keistimewaan dengan akal yang dimiliki. Allah memberikan nikmat akal kepada manusia sehingga mengangkat derajatnya kepada tingkat berketuhanan dan kesanggupan untuk

mengetahui dan memahami tentang Rabbnya. Akal manusia diciptakan untuk mengingat, memahami, mengerti, menahan, mengikat dan mengendalikan hawa nafsu, melalui proses memahami dan mengerti secara mendalam terhadap segala ciptaan Allah sebagaimana dikemukakan pada ayat di atas, manusia akan menemukan berbagai temuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, juga mendekatkan dirinya dengan Allah SWT. Dengan akal itulah hamba-hamba Allah mengenal-Nya, mereka menyaksikan wujud-Nya dengan akal itu, mereka juga akan mengetahui apa yang bermanfaat dan mengetahui apa yang membahayakan bagi mereka.

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ - ١٩ وَجَعَلْنَا لَكُمْ

فِيهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ - ٢٠

Artinya :

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya.”

Ayat tersebut menjelaskan kepada kita semua bahwa Allah SWT telah menunjukkan tanda-tanda kebesaran-Nya melalui hamparan perkebunan dan tanaman-tanaman yang mempunyai manfaat yang sangat banyak kepada manusia. Sayyid Qutb dalam Tafsir Fi Zhilalil Qur'an mengatakan bahwa ayat ini mengisyaratkan tentang tumbuhan yang diberi sifat “sesuai ukuran”. Kata *mauzun* disini adalah bahwa setiap tumbuhan yang ada di bumi ditumbuhkan dalam penciptaan yang amat rapi, teliti dan tepat. Sedangkan berdasarkan tafsir Al-Misbah *mauzun* berarti dengan sesuai hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan makhluk. Dari

penafsiran tersebut, dapat dihubungkan dengan teori pengelolaan atau pemanfaatan lingkungan dengan melihat dari daya dukung konservasi lingkungan terhadap limbah serabut siwalan dan manfaat dari hasil olahan limbah serabut siwalan salah satunya adalah natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan pengelolaan limbah serabut siwalan melalui sintesis CMC-Na dari serabut siwalan. Sintesis CMC-Na dari serabut siwalan dengan metode hidrolisis selulosa menggunakan variasi konsentrasi NaOH 20%, 30%, dan 40% (Asl *et al.*, 2017). Penelitian yang telah dilakukan oleh Muzaiifa (2006), menunjukkan bahwa variasi konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap kadar air, derajat substitusi, dan viskositas CMC. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Asl *et al* (2017), konsentrasi optimal dari variasi NaOH yaitu 30%. Hasil CMC-Na yang diperoleh akan dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR. Selain itu juga bertujuan agar serabut siwalan mempunyai nilai tambah daripada hanya sekedar dibuang atau pengganti kayu bakar dan peneliti ingin menjadikannya sebagai sumber baru bahan baku CMC-Na menggantikan gelatin.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah pemberian variasi konsentrasi NaOH (20%, 30% dan 40%) berpengaruh terhadap karakteristik CMC-Na hasil sintesis dari serabut siwalan?
2. Berapa konsentrasi optimum NaOH dari 20%, 30%, dan 40% pada proses Sintesis CMC-Na yang menghasilkan CMC-Na paling mendekati CMC-Na standar.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk dapat menjadikan serabut siwalan sebagai sumber baru bahan baku dalam sintesis CMC-Na.

1.3.2. Tujuan Khusus

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

1. Untuk mengetahui pengaruh NaOH terhadap karakteristik CMC-Na hasil sintesis dari serabut siwalan.
2. Untuk mengetahui konsentrasi optimal NaOH yang dapat menghasilkan CMC-Na yang baik dari serabut siwalan.

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 pengembangan produk halal di Indonesia.

2. Bagi Penyusun

Penelitian ini dapat menjadi batu loncatan untuk penulis dalam mengembangkan CMC-Na hasil sintesis dari serabut siwalan sebagai sumber bahan baku dalam sintesis sediaan farmasi.

1.4.2. Manfaat Praktis

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat membantu pemerintah untuk mengurangi nilai Impor CMC-Na serta dapat menambah nilai jual serabut siwalan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

2. Bagi Peneliti lain

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pembandingan atau rujukan dalam mengembangkan CMC-Na hasil sintesis dari serabut siwalan dalam produksi sediaan farmasi.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serabut siwalan yang digunakan berasal dari daerah Tuban.
2. Uji karakteristik mencakup FTIR, organoleptis, kelarutan, pH, Kadar Air viskositas, dan analisis derajat substitusi (DS).
3. NaOH yang digunakan memiliki konsentrasi 20 %, 30%, dan 40%.
4. Landasan Parameter Karakteristik CMC-Na Standar diambil dari sumber *Handbook of Pharmaceutical Excipients* Edisi 6 (HOPE), *Compendium of Food Additive Specifications*, Farmakope Indonesia Edisi V dan Jurnal yang terkait.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Siwalan

2.1.1. Taksonomi dan Ciri Morfologi

Klasifikasi taksonomi siwalan menurut (Gummadi *et al*,2016) yaitu:

Kingdom : Plantae

Sub-Kingdom: Tracheobionta

Superdivision : Spermatophyta

Divisio : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : *Arecaceae*

Genus : *Borassus* L.

Spesies : *Borassus flabellifer* L.



Gambar 2.1 Pohon Siwalan (Eagleton, 2016)

Siwalan merupakan tanaman yang memiliki manfaat hampir pada semua bagian pohonnya. Siwalan memiliki akar serabut panjang dan besar, berperawakan tinggi dan tegak, berbatang tunggal dan berbentuk silindris, tingginya mencapai 25 sampai 30 meter dan diameter batang setinggi dada antara 40 sampai 50 cm. Dasar batang penuh dengan akar samping, batang muda hitam dan terbungkus oleh dasar tangkai daun yang telah mengerin (Tambunan, 2010)

Daun merupakan bagian yang mempunyai peranan sangat penting untuk keseluruhan pertumbuhan dan perkembangan organ-organ lain, seperti batang, empelur, bunga dan buah secara optimal. Daun siwalan termasuk daun menyirip ganjil yang terdapat pada ujung batang dan tersusun melingkar 25 sampai 40 helai berbentuk kipas. Setiap tangkai daun tumbuh dalam kurun waktu sebulan. Helaian daun berwarna hijau agak kelabu, lebar 1 sampai 1.5 m yang dibentuk oleh 60 sampai 80 segmen atau lipatan. Setiap anak daun ditunjang oleh tulang daun sepanjang 40 sampai 80 cm yang berada di bawah helaian anak daun, ujung anak daun bercangap. Panjang tangkai daun tampak berkayu dengan warna cokelat atau hitam. Selain itu, sepanjang tepian tangkai daun berduri (Tambunan, 2010).

Tanaman Siwalan Siwalan pertama kali berbunga pada umur 12 tahun dan dapat berbunga sampai 20 tahun, kemudian hidup mampu sampai 100 tahun. Berdasarkan pada keberadaan bunga, maka ada pohon siwalan jantan dan betina. Bunga pohon jantan tumbuh dari ketiak daun, umumnya tunggal dan sangat jarang bertangkai kembar. Pada bunga jantan menempel beberapa bulir atau mayang berbentuk bulat yang disebut satu tandan, panjang bulir antara 30 sampai 60 cm dengan diameter antara 2 sampai 5 cm. Dalam satu tandan terdiri dari 4 sampai 15

mayang. Pada bunga betina dalam satu tandan terdapat 4 sampai 10 mayang (Gambar 2.2 a), bunga berukuran kecil dan berpenutup daun pelindung (bractea) yang akan menjadi buah. Setiap bakal buah memiliki tiga buah kotak/bakal biji, tergantung dari proses pembuahan/penyerbukannya, maka jumlah biji dalam satu buah siwalan dapat tiga, dua atau satu. Setiap pohon siwalan menghasilkan 6 sampai 12 tandan buah atau sekitar 200 sampai 300 buah setiap tahun. Buah siwalan berbentuk bulat yang berdiameter antara 10 sampai 15 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan menjadi ungu hingga hitam setelah tua (Gambar 2.2 b). Daging buah (endosperm) muda terasa manis, tekstur seperti agar dan berair, dan mengeras setelah tua. Satu buah siwalan berisi tiga biji dengan tempurung yang tebal dan keras (Tambunan, 2010).



(a)



(b)

Gambar 2.2 Bunga (a) dan buah (b) siwalan (*Borassus flabellifer* L.) (Tambunan, 2010)

Tumbuhan Siwalan di Indonesia memiliki berbagai nama lokal yang mencerminkan tumbuhan tersebut sangat umum dikenal di Nusantara. Tercatat ada 56 nama lokal menurut masing-masing bahasa dan dialek suku tertentu yang tersebar pada 9 wilayah propinsi di Indonesia (Tambunan, 2010).

Tabel 2.1. Penamaan Tanaman Siwalan menurut Bahasa daerah di Indonesia (Tambunan, 2010)

No.	Nama lokal (Local name)	Bahasa daerah/Suku (Regional language/Ethnic)	Propinsi (Province)
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Aalun	Wetar (Leti)	Maluku
2.	Akadirun	Tetum (Timor)	NTT
3.	Balelahe	Alor	NTT
4.	Bhungkana kara-kara	Kangean (Madura)	Jawa Timur
5.	Don Tal	Sasak	NTB
6.	Dun Tal	Sasak	NTB
7.	Emponing Sijar	Hukunina (Buru)	Maluku
8.	Ental	Jawa	Jawa Timur
9.	Ental	Bali	Bali
10.	Etal	Jawa	Jawa Timur
11.	JunTal	Sumbawa	NTB
12.	Kalko	Tanimbar	Maluku
13.	Kapuwe Duwe	Sabu	NTT
14.	Kodi	Nangaroro (Fores)	NTT
15.	Koil	Kei/Kai	Maluku
(1)	(2)	(3)	(4)
16.	Koi	Sika (Flores)	NTT
17.	Kolir Watan	Seram Timur	Maluku
18.	Koo Ono	Kisar	NTT
19.	Lomo Sariang	Majene (Mandar)	Sulawesi Selatan
20.	Lonta	Minangkabau	Sumatera Barat
21.	Lontar	Jawa	Jawa Timur
22.	Lontar	Banyuwangi	Jawa Timur
23.	Lontar	Dayak (Sampit)	Kalimantan Tengah
24.	Lontar Foni	Amblau (Buru)	Maluku
25.	Lontara	Palu (Toraja Barat)	Sulawesi Selatan
26.	Lontoir	Hila (Ambon)	Maluku
27.	Magal Honi	Kayeli (Buru)	Maluku
28.	Magal Kaun	Lisela (Buru)	Maluku
29.	Magitu	Sumba Barat	NTT
30.	Manggita	Sumba Barat	NTT
31.	Manggitu	Sumba Timur	NTT
32.	Manggutu	Sumba Timur	NTT
33.	Mangita	Sumba Barat	NTT
34.	Mangito	Sumba Barat	NTT
35.	Menggitu	Kambera (Sumba Timur)	NTT
36.	Mengguta	Sumba Timur	NTT
37.	Pohon Daun Tala	Kambang (Madura)	Jawa Timur
38.	Pohon Siwalan	Banyuwangi	Jawa Timur
39.	Pohon Tuwak	Timor	NTT
40.	Pun Lontar	Toli-Toli	Sulawesi Selatan
41.	Puu Kori	Ende (Flores)	NTT
42.	Rontal	Krama (Bali)	Bali
43.	Serlai	Yautefa (Papua bag. Utara)	Papua
44.	Soko	Kolo (Bima)	NTB
45.	Ta	Bugis	Sulawesi Selatan

2.1.2. Habitat dan Budidaya Tanaman Siwalan

Daerah penyebaran tanaman siwalan adalah yang paling luas dari kelompok Palma, mulai dari Arab Saudi sampai Irian, atau $\frac{1}{4}$ garis keliling bumi, dengan lebar wilayah 11°LS (pulau Rote, Indonesia) sampai India pada 30°LU . Di Indonesia, siwalan dijumpai pada wilayah pantai di daerah yang beriklim kering, misalnya di Jawa Tengah (Brebes, Pekalongan, dan Semarang), Jawa Timur (Tuban, Gresik, dan Lamongan), Madura, Bali (Karangasem dan Buleleng), Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, dan Maluku bagian Tenggara (Tambunan, 2010).

Tanaman siwalan umumnya belum dibudidayakan secara khusus, sebagai akibat yang tidak beraturan sehingga terjadi pemborosan lahan usaha tani. Hal ini menyebabkan tingkat produktivitas lahan maupun tanaman siwalan rendah, tingkat pendapatan petani siwalan juga rendah (Bernhard, 2007).

Perbanyakan tanaman siwalan adalah melalui bijinya, sama halnya seperti kelapa atau dengan anakan yang tumbuh di bawah pohon induknya, pada siwalan yang terbentuk terlebih dulu adalah akarnya. Di Indonesia, luas penanaman sekitar 15.000 hektar terdapat di Jawa Tengah, Jawa Timur dan Madura. Selain itu ada juga kebun siwalan atau lontar di Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Maluku dan Irian Jaya tetapi tidak diketahui dengan pasti luasnya (Bernhard, 2007).

2.1.3. Pemanfaatan Tanaman Siwalan

Setiap daerah sebaran tanaman siwalan, produk utama dari siwalan yang dimanfaatkan oleh petani atau masyarakat adalah nira. Nira dapat dikonsumsi langsung sebagai minuman segar atau dibiarkan terfermentasi oleh mikroba secara

alamiah mengandung alkohol dan menjadi minuman tradisional masyarakat yang disebut sopi atau tuak. Hasil fermentasi nira ini dapat menghasilkan bahan bernilai pasar tinggi seperti etanol, asam asetat dan gliserin ataupun berupa bahan pangan seperti nata de nira. Etanol dan asam asetat merupakan senyawa organik. Keduanya kerap dibutuhkan dalam industri farmasi, kosmetika, pembuatan bahan sintesis, industri makanan, pewarna, serat, karet dan palstik (Tambunan, 2010).

2.1.4. Serabut Siwalan

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. Pada kondisi kering komposisi serabut ini mengandung 68,94% selulosa, 5,37% lignin, 14,03% hemiselulosa dan 0,6% lilin (Masuri *et al.*, 2018).

2.2 Selulosa

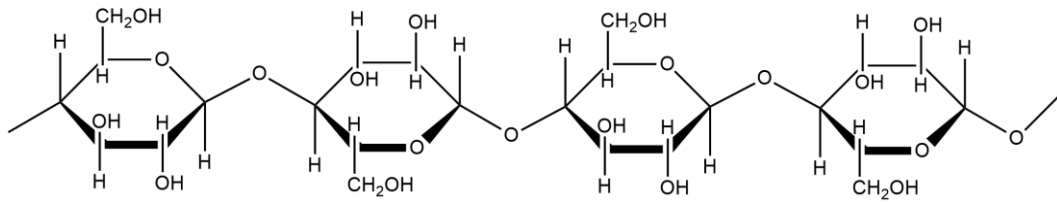
2.2.1. Definisi Selulosa

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n adalah polisakarida yang merupakan pembentuk sel-sel kayu hampir 50%. Kertas saring dan kapas hampir merupakan selulosa yang murni (Sastrohamidjojo, 2005). Polisakarida ini adalah polimer alam yang paling banyak terdapat dan paling tersebar di alam. Jutaan ton sellulosa setiap tahun digunakan untuk pembuatan perabot kayu, tekstil dan kertas (Cowd, 1991). Hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, sedangkan hidrolisis tidak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa (Fan *et al.*, 1982).

Serat Selulosa berwarna putih, tidak larut dalam air panas dan dingin, alkali dan pelarut organik netral seperti alkohol dan benzene. Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa terdapat dalam ukuran besar dan memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi (Melda, 2018)

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). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 2.3. (Setiyawan, 2010).



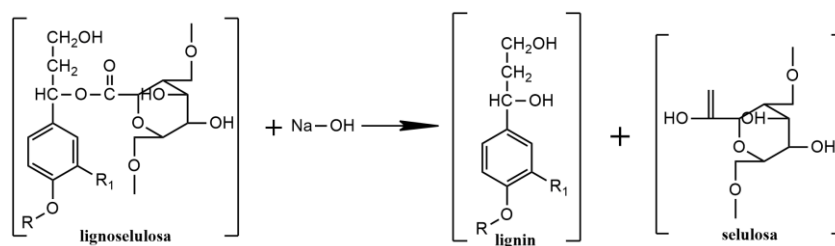
Gambar 2.3 Struktur Selulosa (Setiyawan,2010)

Berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5% selulosa dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu (Sumada *et al.*, 2011):

1. Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600 - 1500. Selulosa α dipakai sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa. Selulosa α merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (murni). Selulosa α > 92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri sandang/kain. Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka semakin baik mutu bahannya
2. Selulosa β (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90, dan mengendap bila dinetralkan.
3. Selulosa γ (*Gamma Cellulose*) adalah sama dengan selulosa β , tetapi derajat polimerisasinya kurang dari 15.

2.2.2. Isolasi Selulosa

Isolasi selulosa dapat dilakukan dengan metode perlakuan hidrolisis asam, hidrolisis basa, ledakan uap dan enzimatik (Mulyadi, 2019). Selulosa diisolasi dari tanaman menggunakan metode kimiawi meliputi tahap prehidrolisis, delignifikasi, pemutihan, dan pengeringan. Tahap prehidrolisis bertujuan untuk mempercepat penghilangan hemiselulosa dalam bahan baku pada waktu pemasakan (*cooking*) menggunakan air lunak (*soft water*) atau larutan asam encer (Tarmansyah, 2007). Tahap delignifikasi dilakukan dengan larutan NaOH, karena larutan ini dapat menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf, memisahkan lignin serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa. Proses pemutihan bertujuan untuk melarutkan sisa senyawa lignin yang dapat menyebabkan perubahan warna, dengan cara mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai lignin yang pendek, maka lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali (Melda, 2018).



Gambar 2.4 Proses Delignifikasi (Muladi, 2013)

Lignin merupakan suatu senyawa yang dibentuk dengan penghilangan non-reversibel air dari gula (terutama xilosa) untuk membuat struktur aromatik. Lignifikasi berlangsung pada tanaman dewasa untuk kestabilan mekanik tanaman. Lignin berfungsi memberi kekakuan kepada tanaman, terlokalisasi pada permukaan

lumen dan daerah dinding berpori untuk mempertahankan kekuatan dinding, permeabilitas dan membantu transport air. Lignin tahan terhadap serangan mikroorganisme dan kebanyakan dalam bentuk cincin aromatik yang tahan terhadap proses anaerobik sehingga kerusakan akibat proses anaerobik pada lignin adalah lambat (Bismarck *et al.*, 2005).

Lignin bersifat *hydrophobic* secara alami dan mengandung tiga ko-polimer dimensional dari unsur-unsur aromatik dan alifatik dengan bobot molekul yang sangat tinggi yaitu hidroksil, metoksil dan gugus karbonil. Lignin diketahui mengandung lima hidroksil dan lima metoksil per unit bangun. Diyakini bahwa satuan struktural dari molekul lignin diturunkan dari 4-hydroxy-3-methoxy phenylpropane. Kesulitan utama di dalam kimia ialah tidak ada metode yang mapan untuk mengisolasi lignin dalam kondisi asli dari serat. Lignin dianggap sebagai suatu polimer termoplastik yang memperlihatkan adanya temperatur transisi glass di sekitar 90°C dan meleleh pada temperatur sekitar 170°C (Olesen & Plackett, 1999). Lignin tidak terhidrolisis oleh asam, hanya dapat larut di dalam alkali panas, dapat teroksidasi, dan dengan mudah terkondensasi dengan fenol (Bismarck *et al.*, 2005).

Selanjutnya adalah proses penghilangan β -selulosa dan γ -selulosa dengan menggunakan larutan NaOH 17,5%. Kemudian dilakukan pemutihan menggunakan Peroksida karena merupakan zat pemutih yang ramah lingkungan. Hidrogen peroksida (H_2O_2) juga mempunyai beberapa kelebihan antara lain bahan yang diputihkannya mempunyai ketahanan yang tinggi serta penurunan kekuatan serat sangat kecil. Hidrogen peroksida diketahui sangat stabil dalam kondisi asam.

Penguraian hidrogen juga dipercepat oleh naiknya suhu. Zat reaktif dalam sistem pemutihan dengan hidrogen peroksida dalam suasana basa adalah perhidroksil anion (HOO^-) (Dence *et al*, 1996). Penggunaan hidrogen peroksida sebagai agen pemucat (*bleaching*), yaitu tidak menghasilkan residu atau endapan. Larutan hidrogen peroksida tidak mengakibatkan kerusakan berarti pada bahan organik dan dapat menghasilkan produk yang lebih putih dan juga bersih.

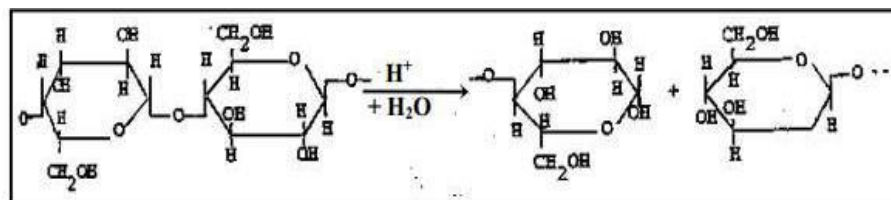
Sifat-sifat kimia selulosa adalah sebagai berikut:

1. Ikatan Glikosidik

Ikatan glikosidik didalam selulosa dapat diputus dengan cara hidrolisa. Pemutusan hidrolisa dimulai dari daerah amorfus dan selanjutnya terus ke daerah kristalin. Hidrolisa pada daerah amorfous lebih cepat dibandingkan daerah kristalin.

Terdapat tiga metode hidrolisa selulosa yaitu (Muladi, 2013) :

a. Hidrolisa dalam asam, menurut rumus berikut



Gambar 2.5 Rumus Hidrolisa Asam (Muladi, 2013)

Hidrolisa asam digunakan untuk memperoleh gula dari kayu atau untuk pemisahan lignin.

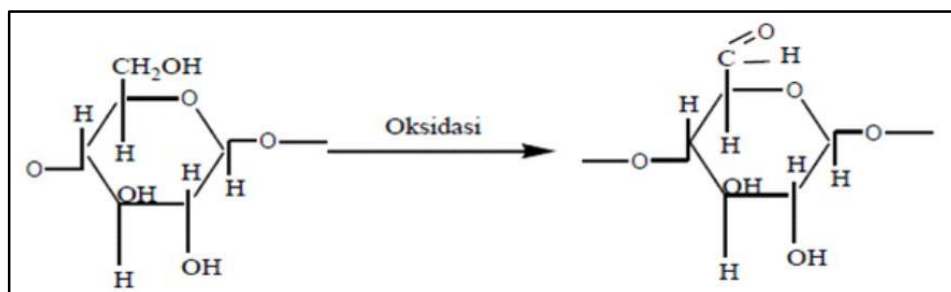
b. Hidrolisa dalam alkali (lebih lambat daripada didalam asam)

c. Pemisahan secara enzimatik dari ikatan glikosidik dengan bantuan β -glukosidase. Metoda biologi ini dipakai untuk memperoleh monomer karbohidrat.

2. Gugus Hidroksil

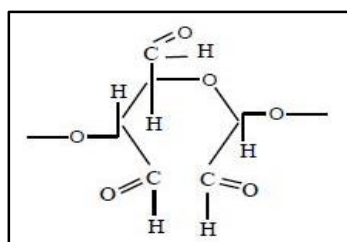
Prinsip-prinsip gugus fungsional dalam selulosa murni adalah merupakan gugus hidroksi. Sebagai polilalkohol, selulosa mengalami oksidasi dan gugus-gugusnya membentuk suatu reaksi seperti gugus aldehida, keton dan gugus karboksil.

- a. Gugus aldehid dapat dibentuk pada atom C-6 dari rantai selulosa. Sebagaimana skema pada gambar 2.6.



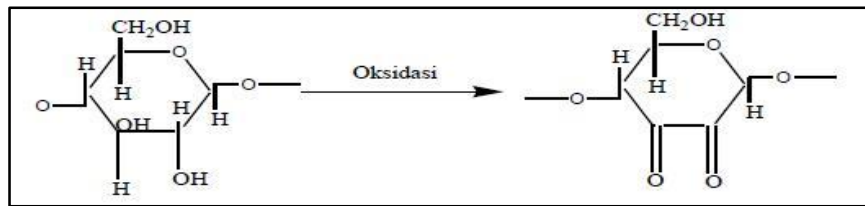
Gambar 2.6 Skema Pembentukan Gugus Aldehida (Muladi, 2013)

Sebagai tambahan gugus aldehida dapat dibentuk pada atom C-2 dan atom C-3, dimana lingkaran pironosa telah diputuskan sebagaimana pada gambar 2.7



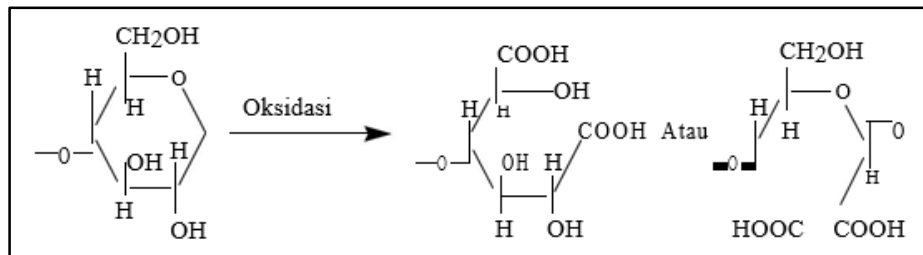
Gambar 2.7 Pembentukan Gugus Aldehida (Muladi, 2013)

- c. Gugus keton dibentuk pada atom C-2 dan C-3 selulosa sebagaimana pada gambar 2.6.



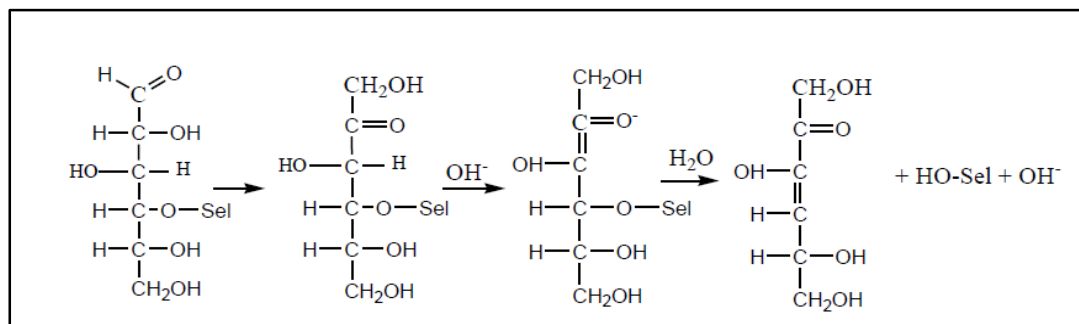
Gambar 2.8 Skema Pembentukan Gugus Keton (Muladi, 2013)

- d. Gugus karboksil dapat dibentuk pada atom C-1 dari *reducing end* (penyusutan akhir) atau C-6 dan juga pada atom C-2 atau C-3 setelah lingkaran pironosa terbuka. Skema pembentukan karboksil sebagaimana pada gambar 2.7.



Gambar 2.9 Skema Pembentukan Karboksil (Muladi, 2013)

3. Gugus aldehid (*Reducing end* / Penyusutan akhir) Teknik-teknik yang terpenting adalah oksidasi untuk gugus karboksil dengan larutan alkali kuprisulfat (angka kopper) dan reaksi dengan alkali, terutama pada pemanasan. Reaksi dari alkali dapat dilihat pada gambar 2.10.



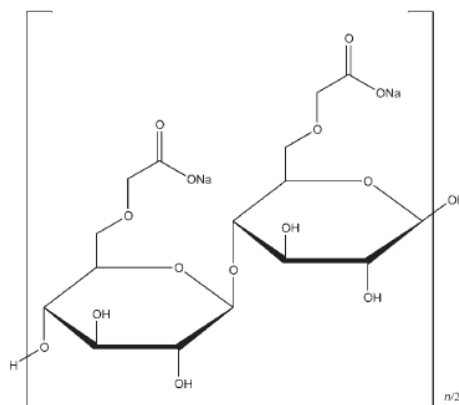
Gambar 2.10 Skema Reaksi Karbohidrat dengan Alkali (Muladi, 2013).

Selulosa dapat larut dalam beberapa asam yang kuat seperti H_2SO_4 72%, HCl 41% dan H_3PO_4 85%. Oleh karena itu, degradasi selulosa ini berjalan sangat cepat, selulosa yang lain adalah hidroksida kupramonium, cupri etilendiamin dan kadmium trietilendiamin (kadoksen). Kadoksen merupakan pelarut yang terbaik, memberikan larutan yang tidak berwarna yang stabil pada setiap jenis selulosa. Selulosa mengembang akan tetapi tidak larut dalam aqua alkali. Alkali akan mendegradasi selulosa dengan beberapa cara. Pada temperatur rendah dan adanya oksigen, ikatan glukosidik diputuskan oleh suatu reaksi rantai yang melibatkan radikal-radikal bebas. Pada temperatur tinggi alkali itu sendiri dapat mematahkan ikatan glukosidik (Muladi, 2013).

2.3. Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na)

2.3.1. Pengertian CMC-Na

CMC-Na merupakan turunan dari selulosa yang dikarboksimetilasi. CMC-Na tersusun atas eter polimer linier dengan gugus karboksimetil ($-\text{CH}_2-\text{COOH}$) yang terikat pada beberapa gugus OH dari monomer glukopiranos. Strukturnya didasarkan pada β -(1 \rightarrow 4)-D-glucopyranose polimer dari selulosa (Hoefler *et al.*, 2011). Menurut Depkes RI (2014), CMC-Na adalah garam natrium dari polikarboksimetil eter selulosa yang mengandung tidak kurang dari 6,5% dan tidak lebih dari 9,5% natrium (Na) dihitung terhadap zat yang telah dikeringkan.



Gambar 2.11. Struktur CMC-Na (Rowe *et al.*, 2009)

CMC-Na merupakan salah satu senyawa anionik yang memiliki sifat biodegradable (Hoefler *et al.*, 2011). Penampakan CMC-Na secara organoleptis berbentuk serbuk atau granul berwarna putih hingga krem dan bersifat higroskopik. CMC-Na memiliki sifat mudah terdispersi dalam air membentuk larutan koloidal. CMC-Na tidak larut dalam etanol, eter, dan dalam pelarut organik lainnya. CMC-Na memiliki pH antara 6,5 hingga 8,5, dan stabil pada pH 2-10 (Depkes RI, 2014).

2.3.2. Fungsi CMC-Na

CMC-Na banyak digunakan di berbagai industri seperti, industri tekstil, kertas, detergen, kosmetik, makanan, dan farmasi (Eriningsih *et al.*, 2011). CMC-Na dalam industri farmasi dimanfaatkan sebagai eksipien. Fungsi dari CMC-Na sebagai eksipien adalah sebagai *coating agent*, *stabilizing agent*, *suspending agent*, disintegran pada kapsul dan tablet, *tablet binder*, *viscosity-increasing agent*, dan *water-absorbing agent* (Rowe *et al.*, 2009). CMC-Na juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan *edible film* (Zahra, 2019).

Berikut adalah konsentrasi CMC-Na yang diperlukan untuk beberapa fungsinya.

Tabel 2.2. Fungsi CMC-Na dan Konsentrasinya (Rowe *et al.*, 2009)

Fungsi	Konsentrasi (%)
Zat pengemulsi	0,25-1,0
Zat pembentuk gel	3,0-6,0
Injeksi	0,05-0,75
Sediaan oral	0,1-1,0
Pengikat tablet	1,0-6,0

Carboxymethyl Cellulose Sodium (CMC-Na) termasuk salah satu eksipien yang masih bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan industri farmasi di Indonesia. Pada tahun 2013, impor CMC-Na di Indonesia mencapai 5.003.165 Kg dengan anggaran sebesar 17.101.183 US\$ (BPS, 2016).

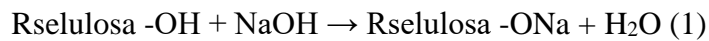
2.3.3. Sintesis CMC-Na

Proses sintesis CMC-Na dilakukan melalui dua tahap utama yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Proses alkalisasi dilakukan dengan menambahkan NaOH sedangkan proses karboksimetilasi dilakukan dengan menambahkan Na MCA (Asl *et al.*, 2017). Selain Na MCA, proses karboksimetilasi juga dapat dilakukan dengan monokloroasetat (MCA) (Pitaloka *et al.*, 2015).

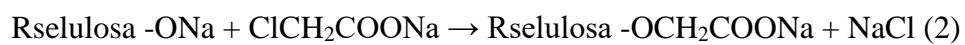
Alkalisasi dilakukan dengan cara perendaman selulosa dalam larutan alkali basa yang pada umumnya berupa NaOH (Aditya *et al.*, 2017). Alkalisasi dilakukan dengan larutan NaOH dengan tujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus -OH pada selulosa dan mengembangkan selulosa. Pengembangan selulosa dapat memudahkan difusi reagen pada proses selanjutnya (Ferdiansyah *et al.*, 2017).

Proses karboksimetilasi merupakan proses substitusi gugus hidroksil dari selulosa oleh gugus karboksimetil dengan mereaksikan selulosa menggunakan Na MCA. Reaksi pembuatan CMC-Na adalah sebagai berikut:

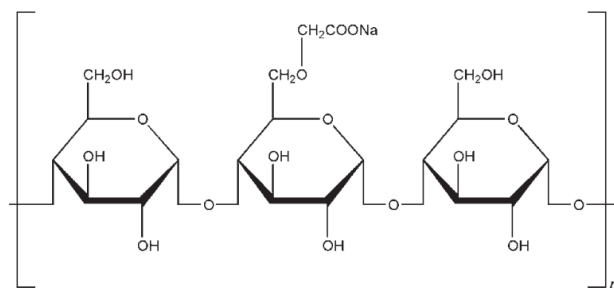
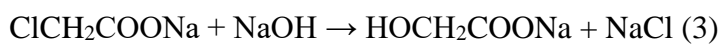
1. Tahap Alkalisasi



2. Tahap Karboksimetilasi



Selain menghasilkan CMC-Na, reaksi di atas juga dapat menghasilkan produk samping karena adanya kelebihan NaOH. Kelebihan NaOH akan menyebabkan NaOH tidak bereaksi dengan selulosa pada tahap alkalisasi dan akan bereaksi dengan Na MCA pada tahap karboksimetilasi menghasilkan natrium glikolat dan NaCl. Semakin banyak NaOH yang ditambahkan, semakin banyak pula produk samping yang dihasilkan, sehingga kemurnian CMC-Na yang dihasilkan semakin berkurang (Wijayani dkk., 2005). Reaksi pembentukan produk samping (Natrium Glikolat) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.12 Struktur Natrium Glikolat (Rowe *et al*, 2009)

2.3.4. Karakterisasi CMC-Na

2.3.4.1. FTIR

Spektroskopi inframerah sekarang banyak digunakan oleh para ilmuwan. Salah satu keuntungan terbesar dari spektroskopi inframerah adalah hampir semua sampel dalam keadaan apa pun dapat dianalisis. Misalnya, cairan, larutan, pasta, bubuk, film, serat, gas dan permukaan dapat diperiksa dengan teknik sampling pilihan yang bijaksana (Fan *et al.*, 2012). Transformasi Fourier inframerah (FTIR) spektroskopi menawarkan analisis sampel secara keseluruhan dan tidak terkait dengan penggunaan bahan kimia dan reagen (Rohman *et al.*, 2020). Instrumen komputer-interfaced FTIR dioperasikan dalam mode single beam. sinar radiasi IR yang dipancarkan ke cuplikan yang dapat menyerap energi, setelah itu terjadilah transisi diantara tingkat energi vibrasi dasar dan tingkat vibrasi tereksitasi berupa berkas radiasi IR yang ditangkap oleh detektor, kemudiannya signal yang dihasilkan dari detektor direkam sebagai spektrum IR yang berbentuk puncak-puncak absorpsi dari senyawa berupa grafik (Pavia *et al.*, 2001).

FTIR secara langsung meningkatkan kualitas spektrum inframerah dan meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan data. Peningkatan kecepatan dan rasio signal-to-noise yang lebih tinggi dari FTIR relatif terhadap dispersi inframerah telah menyebabkan sejumlah aplikasi inframerah yang jauh lebih besar dalam penelitian serat alami. Selain itu, kemajuan konstan komputer dan ilmu komputasi telah membuat teknik spektroskopi inframerah melangkah lebih jauh: Ketersediaan komputer khusus, yang diperlukan untuk instrumentasi FTIR, telah memungkinkan spektrum digital untuk diperlakukan oleh teknik

pengolahan data yang canggih dan meningkatkan kegunaan spektrum inframerah untuk tujuan kualitatif dan kuantitatif (Fan *et al.*, 2012).

Daerah yang sering dianalisa menggunakan spektroskopi inframerah berada dalam kisaran 4000-600 cm⁻¹ (setara dengan 2,5 – 5 µm) atau lebih rendah. Hasil analisa dicatat dalam modus pemancar (%T) atau serapan (Abs). Tabel 2.3. menunjukkan Gugus fungsi frekuensi pada IR untuk untuk CMC-Na (Megawati *et al.*, 2017).

Selulosa, yang bertindak sebagai bahan penguat di dinding sel, adalah yang utama yang membentuk serat alami. Molekul selulosa diletakkan di mikrofibril di mana ada ikatan hidrogen yang luas antara rantai selulosa, menghasilkan struktur kristal yang kuat. Banyak penelitian yang telah dipublikasikan tentang karakterisasi ikatan hidrogen dalam selulosa dengan menggunakan berbagai teknik, di antaranya FTIR telah terbukti menjadi salah satu metode yang paling berguna. FTIR dapat memberikan para peneliti informasi lebih lanjut tentang struktur super-molekul. FTIR juga dapat digunakan untuk menentukan komposisi kimia dari serat alami asli dan serat alami yang dimodifikasi (Fan *et al.*, 2012).

Tabel 2.3. Serapan Absorbansi CMC-Na baku pada FTIR (Megawati *et al.*, 2017)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang
-OH (Hidroksil)	3425.22
C-H (Alifatik)	2920.23
C=O (Karbonil)	1597.06
C-O (Karboksil)	1058.92
C-H (Beta Glikosidik)	896.90

2.3.4.2. Organoleptis

Organoleptis merupakan pengujian berdasarkan pada proses penginderaan (Agusman, 2013). Penampakan organoleptis dari CMC-Na menurut *Compendium of Food Additive Specifications* (2011) yaitu butiran higroskopis berwarna putih atau agak kekuningan, agak tidak berbau, berbentuk bubuk atau serat halus.

2.3.4.3. Kelarutan

Kelarutan merupakan salah satu sifat fisika kimia dari suatu zat terlarut dalam pelarutnya (Paneo *et al.*, 2017). Menurut *Compendium of Food Additive Specifications* (2011) kelarutan CMC-NA yaitu menghasilkan larutan koloid kental jika dicampur dengan air dan tidak larut dalam ethanol.

2.3.4.4. pH

Potential of hydrogen (pH) adalah suatu ukuran yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan, pH diukur pada skala 0- 14 (Nugroho, 2016). Nilai pH CMC-Na menurut *Compendium of Food Additive Specifications* yaitu 6.0 sampai dengan 8.5.

2.3.4.5. Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Aventi, 2015). Berdasarkan standar Farmakope edisi ke-V, nilai kadar air tidak lebih dari 10% (Depkes RI, 2014).

2.3.4.6. Viskositas

Viskositas adalah ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, semakin sulit untuk mengalir dan begitu pula sebaliknya (Ariyanti dan Mulyono, 2010). Nilai viskositas CMC-Na menurut ICC (2009) yaitu viskositas larutan 1% harus berada diantara 10 dan 15 $\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$, atau antara 20 dan 45 $\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$ untuk larutan 2%, atau antara 200 dan 500 $\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$ untuk larutan 4%.

2.3.4.7. Derajat Substitusi

Derajat Substitusi (DS) adalah jumlah rata-rata gugus hidroksil dalam struktur selulosa tersubstitusi oleh gugus karboksimetil atau natrium karboksimetil pada karbon 2, 3, dan 6. Setiap unit anhidroglukosa (β -glukopiranos) memiliki tiga gugus reaktif (hidroksil) sehingga secara teoritis nilai DS dapat berkisar dari nol (selulosa itu sendiri) hingga tiga (selulosa tersubstitusi penuh) (Asl *et al.*, 2017). Menurut standar *Compendium of Food Additive Specifications*, nilai DS yang disyaratkan untuk CMC-Na adalah 0,2-1,5 (Ferdiansyah *et al.*, 2016).

Penentuan DS (Salama, 2018):

$$A = \frac{BC - DE}{F}$$

$$\text{degree of substitution} = \frac{0.162A}{1 - 0.058A}$$

Keterangan:

A: miliekuivalen asam yang dikonsumsi per gram sampel.

B: milliliter larutan NaOH yang ditambahkan.

C: normalitas larutan NaOH.

D: milliliter HCl yang diperlukan untuk titrasi NaOH.

E: normalitas HCl

F: gram asam CMC-Na yang digunakan

162: gram berat molekul dari unit anhidroglukosa selulosa

58: peningkatan berat bersit anhidroglukosa untuk setiap gugus karbksometil tersubstitusi

2.4. Pemanfaatan Bahan Alam sebagai Bahan Baku CMC-Na dalam Islam

Natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na merupakan suatu bahan yang sangat luas kegunaannya dalam berbagai sektor. Kebutuhan CMC-Na di Indonesia tergolong cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh berkembangnya industri pangan dan obat-obatan di Indonesia. CMC-Na merupakan turunan selulosa yang paling banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, detergen, tekstil dan produk kosmetik sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat. (Wijayani dkk., 2005). Pohon siwalan atau lontar (*Borassus flabellifer L.*) merupakan salah satu tanaman memiliki produk samping yakni serabut siwalan, yang mana pengelolaan limbahnya belum diberikan perhatian khusus. Pengelolaan limbah serabut siwalan melalui sintesis CMC-Na dari serabut siwalan diharapkan dapat menghasilkan natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na yang bersumber dari produk bahan alam. Penjelasan tersebut, merupakan implementasi dari Al-Qur'an sebagaimana telah dijelaskan dalam firman Allah SWT dalam Q.S Asy-Syu'ara ayat 7-9:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ أَخْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ - ٧

إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ - ٨

وَإِنَّ رَبَّكَ هُوَ الْعَزِيزُ الرَّحِيمُ - ٩

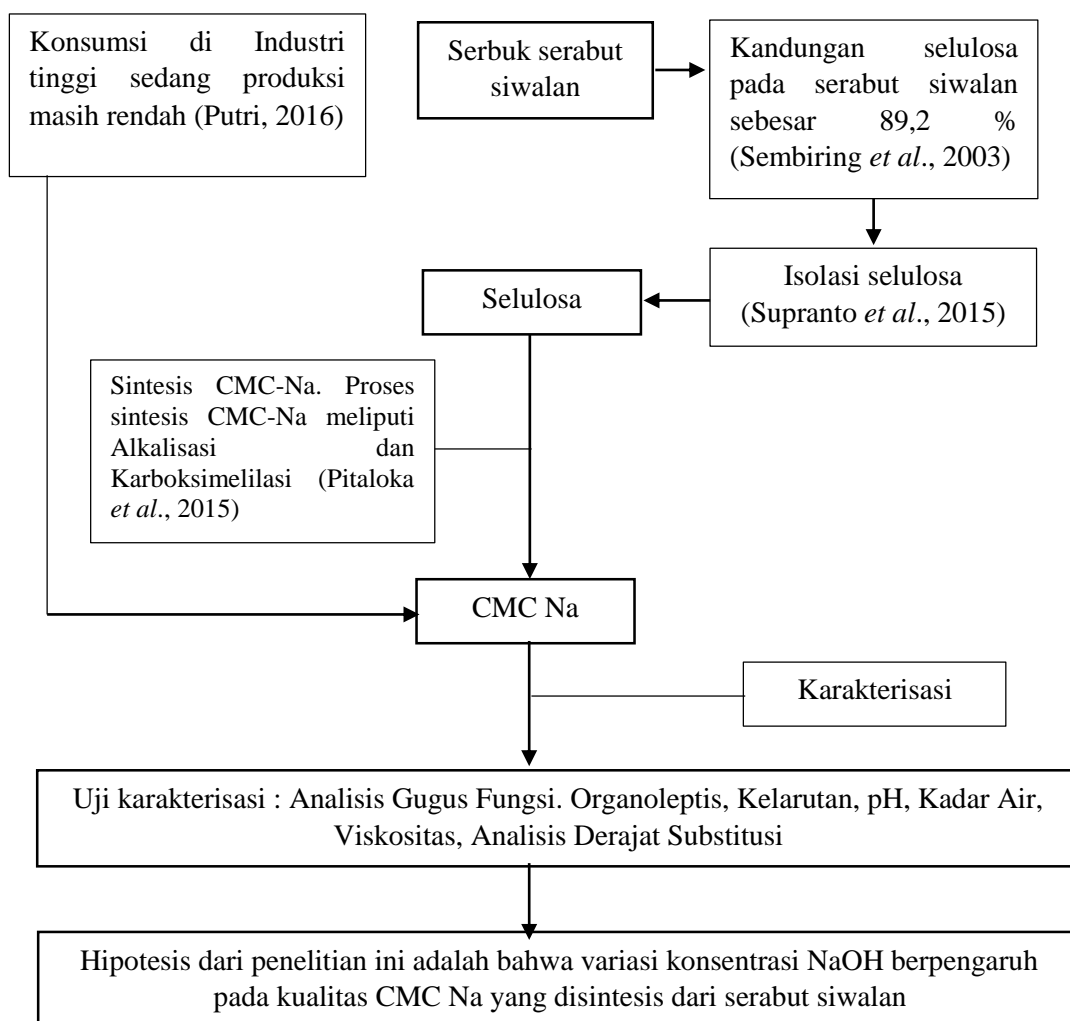
Artinya :*“Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. dan kebanyakan mereka tidak beriman. Dan Sesungguhnya Tuhanmu benar-benar Dialah yang Maha Perkasa lagi Maha Penyayang”*.

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir dalam buku Abdullah bin Abdurrahman bin Muhammad alu Syaikh (2008) telah dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan segala di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia, termasuk menciptakan berbagai macam jenis tumbuhan. Manusia sebagai makhluk yang sempurna yang telah diberi akal oleh Allah SWT dan dianjurkan untuk selalu mengkaji, memikirkan serta meneliti potensi yang ada pada setiap hasil penciptaan tersebut, sehingga hasil dari penelitian maupun kajian tersebut dapat bermanfaat bagi orang banyak. Lafadz رُوحٍ كَرِيمٍ memiliki makna tumbuh-tumbuhan yang baik. Tumbuh-tumbuhan yang baik dapat diartikan sebagai tumbuhan yang memiliki banyak manfaat karena di dalamnya banyak mengandung senyawa-senyawa kimia yang bermanfaat bagi manusia. Kandungan senyawa aktif yang ada di dalam tumbuhan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. salah satunya yaitu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku baru CMC-Na. Hal ini tentunya menuntun manusia sebagai makhluk ciptaan Allah SWT yang diberi keistimewaan memiliki akal untuk berfikir dan menciptakan bahan baku baru bernilai ibadah. Salah satu tanaman yang akan digunakan yakni Serabut Siwalan (*Borassus fabelifer L*).

BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL

3.1. Kerangka Konseptual



Keterangan:
□ = Yang dilakukan
→ = Alur Proses

3.2. Uraian Kerangka Konsep

CMC Na merupakan bahan pengental yang banyak digunakan di bidang industri. Tercatat penggunaan CMC Na pada tahun 2013 mencapai angka 37.491 ton (Putri, 2016). Kebutuhan tersebut tidak diimbangi dengan produksi CMC Na di Indonesia yang hanya mampu melakukan produksi pada angka 5.100 ton/tahun. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menciptakan inovasi terbaru dalam produksi CMC Na. Salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah serabut siwalan (*Borrassus flabellifer* L).

Menurut Seikambiring *et al.*, (2003), serabut siwalan mempunyai kandungan selulosa sebesar 89,2%. Selulosa sendiri merupakan bahan baku dalam proses sintesis CMC Na. Alasan lain dipilihnya serabut siwalan sebagai bahan baku dalam sintesis CMC Na ialah karena tanaman siwalan dapat berbuah sepanjang tahun.

Proses sintesis CMC Na dilakukan dengan cara melakukan isolasi selulosa dari serabut siwalan kemudian sintesis CMC Na. Proses isolasi selulosa dilakukan dengan tujuan untuk memutuskan rantai lignin selulosa, sehingga diperoleh selulosa dengan kemurnian yang lebih baik. Selanjutnya dilakukan sintesis CMC-Na. Proses Sintesis CMC-Na meliputi Alkalisasi dan Karboksimetilasi. Alkalisasi menggunakan larutan NaOH berbagai variasi konsentrasi (20 %, 30%, dan 40%). Sedangkan proses karboksimetilasi menggunakan Na MCA 10,8 g. CMC-Na hasil sintesis tersebut akan dikarakterisasi berdasarkan analisis gugus fungsi, organoleptis, kelarutan, pH, kadar air, viskositas, penetapan kadar Na, serta analisis derajat substitusi.

3.3. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah bahwa variasi konsentrasi NaOH berpengaruh pada karakteristik CMC Na yang disintesis dari serabut siwalan.

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 variabel luar yang berpengaruh terhadap jalannya eksperimen. Tujuan dari *true experimental* adalah untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2016). Beberapa perlakuan yang diberikan pada penelitian ini yang berpengaruh terhadap CMC-Na serabut Siwalan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Preparasi sampel serabut siwalan.
2. Isolasi selulosa dari serabut siwalan.
3. Sintesis CMC-Na menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 20%, 30% dan 40%.
4. Dilakukan karakterisasi CMC –Na..
5. CMC-Na serabut siwalan yang diperoleh dievaluasi meggunakan FTIR dan membandingkan gugus-gugusnya dengan gugus pada CMC-Na komersil.
6. CMC-Na serabut siwalan yang diperoleh diuji kualitasnya berdasarkan hasil dari pemeriksaan organoleptis, kelarutan, pH, kadar air, DS dan viskositas. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan CMC-Na Standar.

4.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2021 – Mei 2021. Penelitian bertempat di Laboratorium Kimia Farmasi Program Studi Farmasi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

4.3. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

4.3.1. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Variasi konsentrasi NaOH (20%, 30%, dan 40%).
2. Variabel terikat : Karakteristik fisikokimia CMC-Na serabut siwalan.
3. Variabel kendali : Selulosa serabut siwalan, metode uji karakteristik CMC-Na dari serabut Siwalan

4.3.2. Definisi Operasional Variabel

1. Konsentrasi NaOH

Konsentrasi NaOH adalah jumlah konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses alkalisasi pembuatan CMC-Na. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 20%, 30%, dan 40%.

2. Isolasi Selulosa

Isolasi selulosa merupakan cara untuk mendapatkan selulosa dari ampas tebu. Isolasi selulosa dilakukan dengan menghidrolisis ampas tebu menggunakan HNO₃ 4% untuk memudahkan proses delignifikasi. Selanjutnya, dilakukan delignifikasi. Delignifikasi merupakan tahap awal atau proses pretreatment untuk memutuskan ikatan lignin pada selulosa (Ika *et al.*, 2017). Delignifikasi

menggunakan NaOH 2N untuk memisahkan selulosa dengan zat pengotornya. Selulosa yang diperoleh diputihkan dengan H₂O₂ 15% (Supranto *et al.*, 2015).

3. Karakterisasi

Karakterisasi proses yang dilakukan untuk memperoleh karakteristik fisikokimia dari hasil sistesis CMC Na serabut siwalan yang meliputi pemeriksaan gugus fungsi, *Degree of Subtitution* (DS), viskositas, organoleptis, uji pH.

- a. FTIR: FTIR adalah salah satu metode spektroskopi yang sangat populer yang biasa digunakan yang merupakan metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk menganalisis hasil spektrum (Anam *et al.*, 2007).
- b. Organoleptis: Organoleptis merupakan pengujian berdasarkan pada proses pengindraan (Agusman, 2013)
- c. Kelarutan: Kelarutan merupakan salah satu sifat fisika kimia dari suatu zat terlarut dalam pelarutnya (Paneo *et al.*, 2017).
- d. Nilai pH: Nilai pH adalah suatu ukuran yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan (Nugroho, 2016).
- e. Kadar air: Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (Aventi, 2015). Berdasarkan standar Farmakope edisi ke-V, nilai kadar air tidak lebih dari 10% (Depkes RI, 2014).
- f. Viskositas: Viskositas adalah ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, semakin sulit untuk mengalir dan begitu pula sebaliknya (Ariyanti dan Mulyono, 2010).

- g. Derajat Substitusi: Derajat Substitusi adalah nilai dari banyaknya gugus hidroksil yang disubstitusi (Ferdiansyah *et al.*, 2017).

4.4. Alat dan Bahan

4.4.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate* 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 serabut siwalan yang diperoleh dari daerah Tuban Jawa Timur, HNO₃ (Merck), NaOH (Merck), H₂O₂ (teknis), Na MCA (Merck), isopropanol (SAP), *absolute methanol* (Merck), metanol 70% (SAP), etanol (SAP), asam asetat glasial (SAP), 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 adalah serabut siwalan yang diambil dari daerah Tuban.

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 Medika Batu.

4.5.1.3. Preparasi Bahan Baku

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

Serbuk Serabut siwalan yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup dan diberi silika gel. Guna menjaga kualitas dari serbuk Serabut siwalan, dilakukan pengukuran kadar air setiap 1 minggu sekali. Pengukuran kadar air dimulai dari hari pertama serbuk serabut siwalan diperoleh hingga akhir penelitian.

4.5.2. Pembuatan CMC Na

4.5.2.1. Isolasi Selulosa

Serbuk serabut siwalan dihidrolisis dengan menggunakan HNO_3 4% pada suhu 80°C selama 2 jam. Kemudian dilanjutkan pada tahap delignifikasi menggunakan NaOH 2N pada suhu 80°C selama 1 jam, setelah itu diputihkan menggunakan H_2O_2 10% pada suhu 80°C selama 1 jam (Supranto *et al.*, 2015). Proses *bleaching* dilakukan satu kali, yaitu setelah delignifikasi. Selulosa yang telah diisolasi kemudian dioven pada suhu 70°C selama 24 jam (Golbaghi *et al.*, 2017).

4.5.2.2. Sintesis CMC Na

Selulosa serabut siwalan ditambah dengan isopropil alkohol dan NaOH (20%, 30%, dan 40%), kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya ditambahkan Na MCA 10,8 gram dan diaduk selama 90 menit pada suhu kamar, pengadukan dilanjutkan selama 3 jam pada suhu

55°C dan disaring. Residu yang diperoleh direndam dengan metanol 70% dan dinetralkan dengan asam asetat glasial kemudian disaring. Residu yang diperoleh dicuci menggunakan etanol, kemudian dicuci lagi menggunakan metanol absolut (Asl *et al.*, 2017).

4.5.3. Karakterisasi CMC Na

4.5.3.1. Fourier Transform InfraRed (FTIR)

FTIR adalah salah satu metode spektroskopi yang sangat populer yang biasa digunakan yang merupakan metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk menganalisis hasil spektrum (Anam *et al.*, 2007). 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). Ciri dari gugus fungus CMC-Na yaitu terdapatnya gugus OH, ikatan -C-H, gugus karbonil (C=O), ikatan -CH₂ dan ikatan glikosida (-C-O) (Wiwiek *et al.*, 2016).

4.5.3.2. 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. CMC-Na berbentuk serbuk atau granul dan berwarna putih sampai krem (Depkes RI, 2014).

4.5.3.3. Pemeriksaan Kelarutan

CMC-Na yang diperoleh diamati kelarutannya pada air, etanol, dan dietil eter. CMC-Na muda terdispersi dalam air membentuk larutan koloidal; tidak larut dalam etanol, eter, dan pelarut organik lain (Depkes RI, 2014).

4.5.3.4. Pemeriksaan pH

Pemeriksaan pH dilakukan dengan melarutkan 1 bagian CMC-Na ke dalam 100 bagian air pada suhu 60°C hingga CMC-Na terdispersi sempurna. Setelah didinginkan pada suhu ruang, kemudian pH diukur menggunakan pH meter. Nilai pH yang disarankan untuk CMC-Na antara 6,5-8,5 (Depkes RI, 2014).

4.5.3.5. Kadar Air

Uji Kadar Air dilakukan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat di dalam CMC-Na serabut siwalan. Berdasarkan standar Farmakope edisi ke-V, nilai kadar air tidak lebih dari 10% (Depkes RI, 2014).

4.5.3.6. Penentuan Viskositas

Penentuan viskositas dilakukan dengan mendispersikan 1 g CMC-Na dalam 100 mL air. Viskositas diukur menggunakan instrument *viscometer Brookfield*. Menurut standar HOPE, nilai viskositas yang disyaratkan untuk CMC-Na adalah 10-12.000 mPa s (Rowe *et al.*, 2009).

4.5.3.7. Penentuan Derajat Substitusi (DS)

Penentuan DS dilakukan dengan cara 1 g CMC hasil sintesis diaduk dengan 2,5 mL asam nitrat 2 M selama 2 menit. Cairan supernatan dituang melalui filter kemudian endapan dipanaskan hingga 60°C sampai semua asam nitrat hilang. Kemudian 1 gram CMC dicampur dengan aquades 100 mL dan larutan 25 mL 0,3 N NaOH. Jumlah kelebihan natrium hidroksida dititrasi dengan 0,3 N HCl (Salama, 2018). CMC-Na dengan nilai DS <0,4 bersifat *swellable* tetapi tidak mampu larut dalam air, sedangkan di atas nilai tersebut CMC-Na mampu terlarut dengan

hidroafinitas yang bertambah seiring dengan peningkatan DS (Ferdiansyah *et al.*, 2017). Menurut standar *Compendium of Food Additive Specifications*, nilai DS yang disyaratkan untuk CMC-Na adalah 0,2-1,5 (Ferdiansyah *et al.*, 2016).

Penentuan DS (Salama, 2018):

$$A = \frac{BC - DE}{F}$$

$$\text{degree of substitution} = \frac{0.162A}{1 - 0.058A}$$

Keterangan:

A: miliekuivalen asam yang dikonsumsi per gram sampel.

B: milliliter larutan NaOH yang ditambahkan.

C: normalitas larutan NaOH.

D: milliliter HCl yang diperlukan untuk titrasi NaOH.

E: normalitas HCl

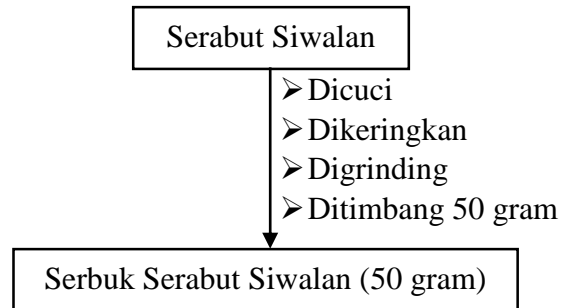
F: gram asam CMC-Na yang digunakan

162: gram berat molekul dari unit anhidroglukosa selulosa

58: peningkatan berat bersit anhidroglukosa untuk setiap gugus karbksometil tersubstitusi.

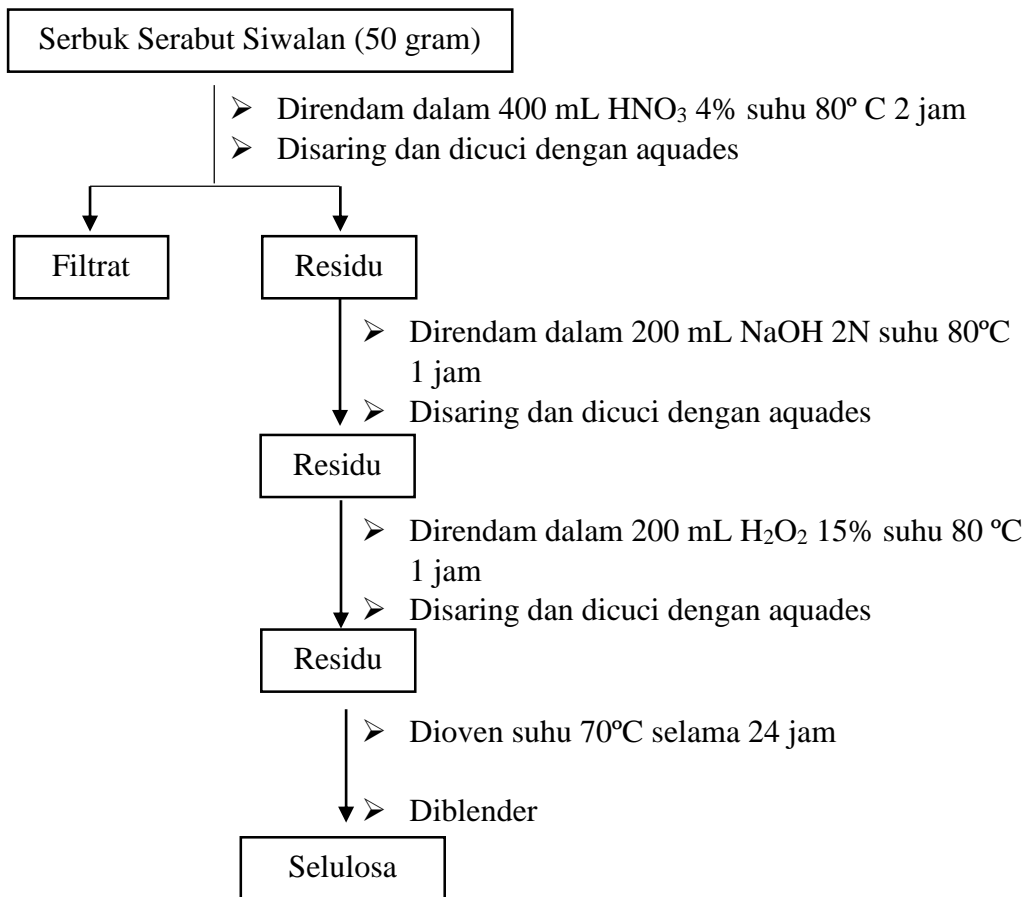
4.6. Rancangan Penelitian

4.6.1. Preparasi Bahan



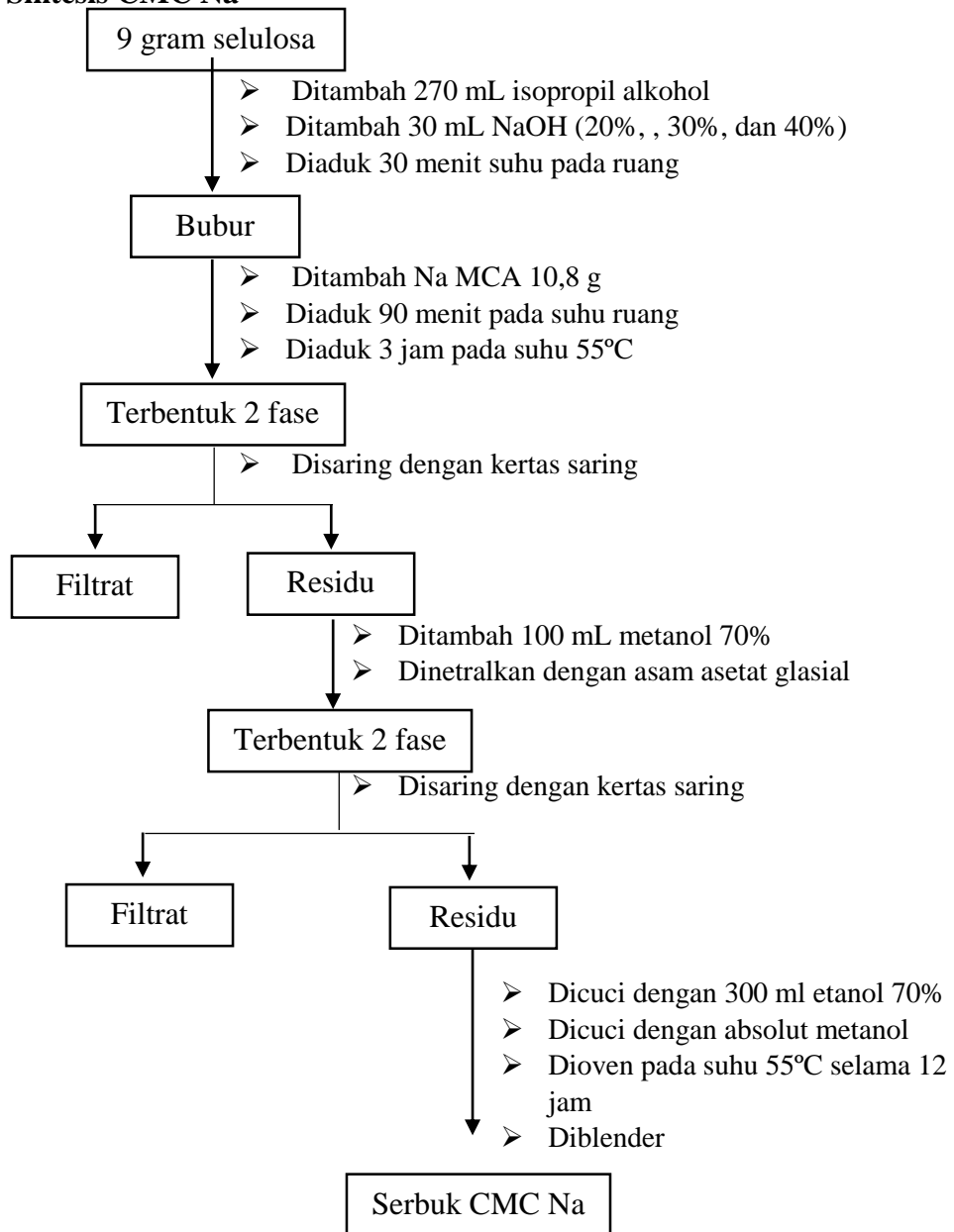
Gambar 4.1. Skema Preparasi Bahan

4.6.2. Isolasi Selulosa



Gambar 4.2. Skema Isolasi CMC-Na

4.6.3. Sintesis CMC Na



Gambar 4.3. Skema Sintesis CMC-Na

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serabut siwalan. Serabut siwalan diperoleh dari limbah industri gula merah, nira dan *legen*. Serabut siwalan yang diperoleh kemudian di determinasi untuk mengetahui jenis tanaman yang digunakan. Setelah diperoleh hasil determinasi, serabut siwalan kemudian di preparasi sedemikian rupa sehingga dihasilkan serbuk siwalan.

5.1.1. Pemanfaatan Limbah Serabut Siwalan dalam pandangan Islam

Natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na merupakan suatu bahan yang sangat luas kegunaannya dalam berbagai sektor. Kebutuhan CMC-Na di Indonesia tergolong cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh berkembangnya industri pangan dan obat-obatan di Indonesia. CMC-Na merupakan turunan selulosa yang paling banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, detergen, tekstil dan produk kosmetik sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat. (Wijayani dkk., 2005). Pohon siwalan atau lontar (*Borassus flabellifer L.*) merupakan salah satu tanaman memiliki produk samping yakni serabut siwalan, yang mana pengelolaan limbahnya belum diberikan perhatian khusus. Pengelolaan limbah serabut siwalan melalui sintesis CMC-Na dari serabut siwalan diharapkan dapat menghasilkan natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na yang bersumber dari produk bahan alam.

Pohon siwalan merupakan salah satu tumbuhan yang baik dan setiap bagiannya diciptakan oleh Allah SWT sesuai ukurannya seperti dalam firman Allah SWT Qur'an surat Ar-ra'd ayat 4 dan Al-Hijr ayat 19,20 :

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَوِّرَةٌ وَجَنَّتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى

بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفِضِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ - ٤

Artinya :

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon korma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanaman-tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.”

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ - ١٩ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ - ٢٠

Artinya :

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya.”

Ayat tersebut menjelaskan kepada kita semua bahwa Allah SWT telah menunjukkan tanda-tanda kebesaran-Nya melalui hamparan perkebunan dan tanaman-tanaman yang mempunyai manfaat yang sangat banyak kepada manusia. Sayyid Qutb dalam Tafsir Fi Zhilalil Qur'an mengatakan bahwa ayat ini

mengisyaratkan tentang tumbuhan yang diberi sifat “sesuai ukuran”. Kata *mauzun* disini adalah bahwa setiap tumbuhan yang ada di bumi ditumbuhkan dalam penciptaan yang amat rapi, teliti dan tepat. Sedangkan berdasarkan tafsir Al-Misbah *mauzun* berarti dengan sesuai hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan makhluk. Dari penafsiran tersebut, dapat dihubungkan dengan teori pengelolaan atau pemanfaatan lingkungan dengan melihat dari daya dukung konservasi lingkungan terhadap limbah serabut siwalan dan manfaat dari hasil olahan limbah serabut siwalan salah satunya adalah natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na.

Sebagai makhluk yang berada di bumi dengan segala nikmat sebagai penghidupannya, manusia berperan penting sebagai penyeimbang keberlangsungan alam, sebagaimana dalam Q.S Hud ayat 61 :

وَالِى تَمُودَ أَخَاهُمْ صَالِحًا قَالَ يَاقَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُم مِّنْ إِلَهِ غَيْرُهُ هُوَ أَنشَأَكُم مِّنَ الْأَرْضِ

وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَاسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تَوْبُوا إِلَيْهِ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ مُّحِيبٌ - ٦١

Artinya : “ Dan kepada Tsamud (kami utus) saudara mereka shaleh. Shaleh berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada bagimu Tuhan selain Dia. Dia telah menciptakan kamu dari bumi (tanah) dan menjadikan kamu pemakmurnya, karena itu mohonlah ampunan-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya, Sesungguhnya Tuhanku Amat dekat (rahmat-Nya) lagi memperkenankan (doa hamba-Nya)."

Menurut tafsir Al-Misbah, kata *ansya'akum* menciptakan kamu mengandung makna mewujudkan serta mendidik dan mengembangkan. Sedangkan kata *ista'mara* terambil dari kata *amara* yang berarti memakmurkan. Kata tersebut juga dipahami sebagai antonim dari kata *kharab* yang berrati kehancuran. Huruf *Sin* dan *ta'* yang menyertai kata

ista'mara ada yang memahaminya dalam arti perintah sehingga kata tersebut berarti Allah memerintahkan kamu memakmurkan bumi dan ada juga yang memahaminya sebagai penguat yakni menjadikan kamu benar-benar mampu memakmurkan dan membangun bumi. Ada juga yang memahaminya dalam arti menjadikan kamu mendiaminya atau memanjangkan usia kamu. Selanjutnya, kata *Thabathaba'i* memahami kata *ista'marukum fil ard* dalam arti mengolah bumi sehingga berlatih menjadi suatu tempat atau kondisi yang memungkinkan manfaatnya dapat dipetik seperti mengolah limbah serabut siwalan menjadi natrium karboksimetil selulosa atau CMC-Na melalui proses sintesis selulosa serabut siwalan. Dengan demikian, kata *Thabathaba'i* lebih lanjut, penggalan ayat tersebut bermakna bahwa Allah SWT telah mewujudkan melalui bahan bumi, manusia yang dia sempurnakan dengan mendidiknya tahap demi tahap menganugrahkannya fitrah berupa potensi yang menjadikan ia mampu mengolah bumi dengan mengalihkannya ke suatu kondisi di mana ia dapat memanfaatkannya untuk kepentingan hidupnya.

Pengolahan limbah serabut siwalan juga digambarkan dalam hadist bahwa:

عَنْ أَنَسِ بْنِ مَالِكٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ كَانَ إِذَا أَكَلَ طَعَامًا لَعِقَ أَصَابِعَهُ
الثَّلَاثَ وَقَالَ إِذَا سَقَطَتْ لُقْمَةٌ أَحَدِكُمْ فَلْيُمِطْ عَنْهَا الْأَذَى وَلْيَأْكُلْهَا وَلَا يَدْعُهَا لِلشَّيْطَانِ
وَأَمَرَنَا أَنْ نَسَلَّتِ الصَّحْفَةَ وَقَالَ إِنَّ أَحَدَكُمْ لَا يَدْرِي 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 mengusap piring. 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) untuk tidak menyia-nyiakan barang yang masih bisa dimanfaatkan.

Berdasarkan penjelasan di atas, skripsi yang berjudul **Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus fabellifer* L) Sebagai Bahan Baku Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na) Menggunakan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH)** telah berhasil dilakukan dengan produk akhir yang didapatkan berupa serbuk CMC-Na pada konsentrasi optimum penambahan NaOH konsentrasi 30%. Hasil yang didapatkan diharapkan dapat mendukung proses pengolahan limbah siwalan dan serta dapat mendukung proses pemasokan bahan baku industri pangan dan farmasi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk. Hal ini menunjukkan bahwa Allah SWT, menciptakan segala di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia, setiap tumbuhan yang ada di bumi ditumbuhkan dalam penciptaan yang amat rapi, teliti dan tepat. Manusia sebagai makhluk yang sempurna yang telah diberi akal oleh Allah SWT dianjurkan untuk selalu mengkaji, memikirkan serta meneliti potensi yang ada pada setiap hasil penciptaan tersebut, sehingga hasil dari penelitian maupun kajian tersebut dapat bermanfaat bagi kehidupan makhluk ciptaan-Nya.

5.1.2. Pengambilan Sampel dan Determinasi

Bahan utama pembuatan CMC-Na yaitu selulosa. Serabut siwalan dipilih sebagai bahan baku pembuatan CMC-Na karena memiliki kandungan selulosa sebesar 68,94% (Masuri *et al.*, 2018). Determinasi dilakukan untuk mendapatkan kebenaran identitas dengan jelas dari tanaman dan menghindari kesalahan saat

pengambilan sampel (Diniatik, 2015). Determinasi dilakukan di Materia Medica Kota Batu dengan menggunakan bagian tanaman yang digunakan sebagai bahan baku. Bagian tanaman yang diujikan yaitu buahnya. 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 fabellifer L*). Hasil determinasi dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

5.1.3. Preparasi Bahan Baku

Preparasi dilakukan dengan cara mencuci limbah serabut siwalan yang diperoleh dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel kemudian dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang ada di dalamnya. Setelah kering, serabut siwalan kemudian dihaluskan dengan menggunakan grinder sampai berbentuk serbuk. Proses grinding fungsinya untuk memperkecil ukuran dan memperbesar luas permukaan serabut siwalan sehingga memudahkan proses isolasi selulosa. Gambar serabut siwalan ditunjukkan pada **Gambar 5.1**.



Gambar 5.1. Serabut Siwalan

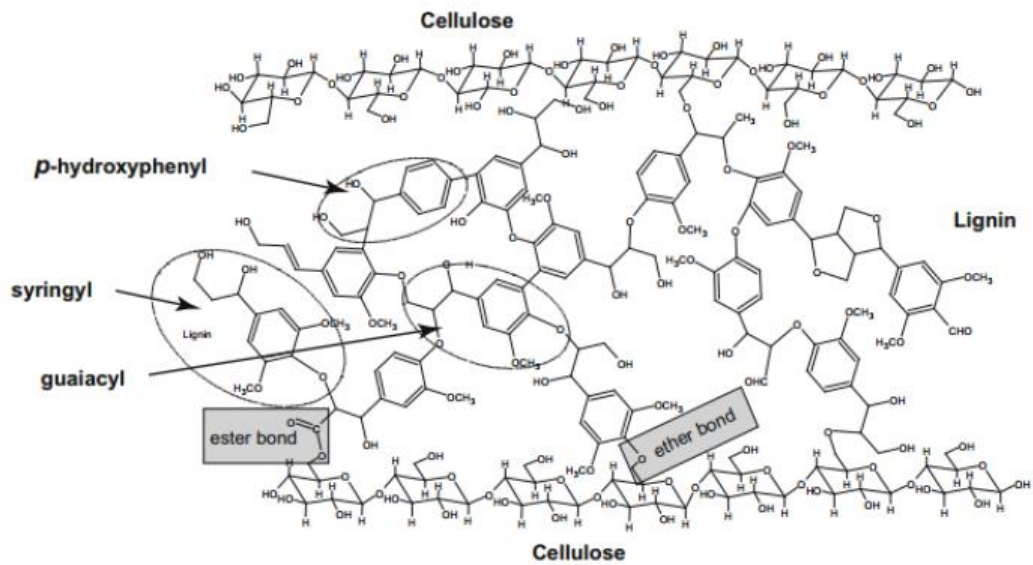
5.2. Pembuatan CMC-Na

Pembuatan CMC-Na diawali dengan isolasi selulosa. Selulosa yang diperoleh kemudian diukur rendemen., kemudian dilakukan proses sintesis CMC-Na dengan variasi konsentrasi NaOH (20%, 30%, dan 40%).

5.2.1. Isolasi Selulosa Serabut Siwalan

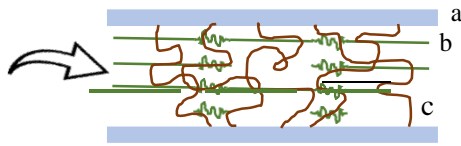
Isolasi merupakan suatu proses pengambilan atau pemisahan senyawa bahan alam dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Djamal, 2008). Selulosa merupakan suatu bahan yang terdapat pada dinding sel tanaman, bahan berkayu, rambut berbiji, kulit pohon, dan tanaman laut. Salah satu tanaman yang memiliki kandungan selulosa tinggi yaitu serabut siwalan. Serabut siwalan memiliki kandungan selulosa sebesar 68,94% (Masuri *et al.*, 2018). Selain selulosa, serabut siwalan juga memiliki kandungan lain yaitu 5,37% lignin, 14,03% hemiselulosa, dan 0,6% lilin (Masuri *et al.*, 2018).

Selulosa di alam ditemukan dalam bentuk ligninselulosa. Ligninselulosa ditunjukkan pada **Gambar 5.2**. Selulosa terhubung dengan hemiselulosa melalui ikatan hidrogen. Selulosa juga terhubung dengan lignin melalui ikatan ester dan eter. Hemiselulosa dengan lignin terhubung melalui ikatan ester. Berdasarkan karakteristik komponen yang terkandung dalam serabut siwalan, untuk memperoleh selulosa diperlukan perlakuan untuk membuka struktur matriks dengan membuka celah melalui pembuangan lignin dan hemiselulosa (Zhou *et al.*, 2010).



Gambar 5.2 komponen lignoselulosa (Zhou *et al.*, 2010)

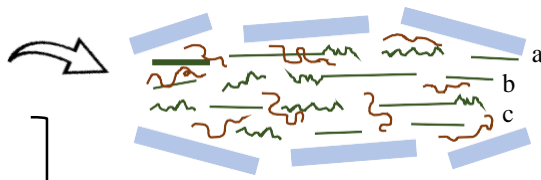
Isolasi selulosa pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 4 tahap yaitu hidrolisis asam dengan HNO_3 4%, delignifikasi dengan NaOH 2N, dan diakhiri dengan *bleaching* menggunakan H_2O_2 15%. Penambahan H_2O_2 bertujuan untuk memperoleh selulosa dengan warna yang sesuai dengan selulosa standar, yaitu berwarna putih. Proses isolasi selulosa ditampilkan pada **Gambar 5.3**.



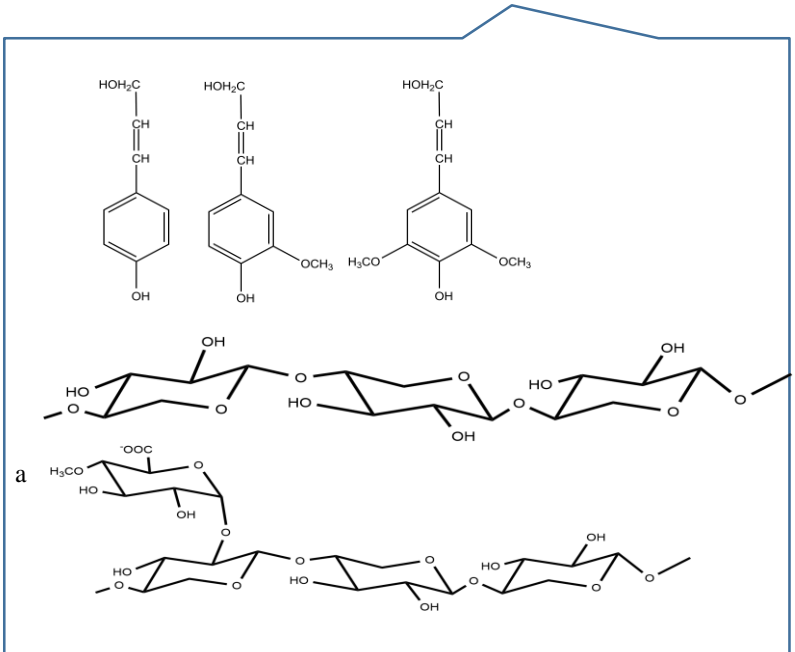
- a. Lignin
- b. Selulosa
- c. Hemiselulosa



+HNO₃



+NaOH



+H₂O₂

- b
- c

Gambar 5. 3 Proses isolasi selulosa

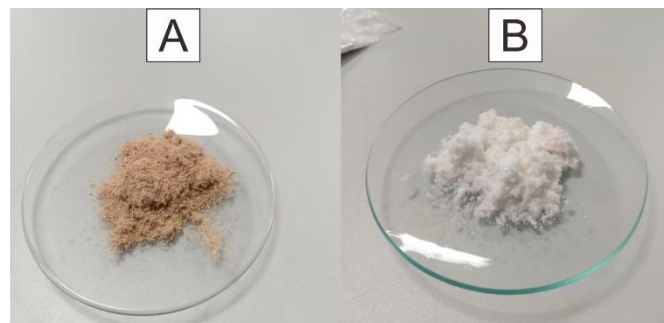
Penambahan asam nitrat dapat memutuskan ikatan *intrachain* antara hemiselulosa dengan selulosa dalam serabut siwalan. Ikatan *intrachain* adalah ikatan hydrogen dalam protein α -helix. Selain itu, proses hidrolisis dalam suasana asam dan panas dapat melunakkan struktur lignin yang melapisi atau memproteksi hemiselulosa sehingga diperoleh ruang pori agar asam dapat masuk untuk menghidrolisis hemiselulosa yang ditandai dengan perubahan warna dari coklat menjadi oranye (Lavack *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 untuk diganggu asam atau alkali (Subhedar dan Gogate, 2013).

Rendemen selulosa yang diperoleh dari proses isolasi selulosa di atas dapat dilihat pada **Tabel 5.1**. Selulosa yang diperoleh lebih kecil jika dibandingkan dengan pernyataan Sun *et al* (2004) yang menyebutkan bahwa rendemen selulosa berkisar 40-50%. Kemungkinan faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian rendemen adalah proses penyaringan yang belum sempurna karena masih banyak residu yang lolos saring.

Tabel 5.1. Hasil Rata-rata Rendemen Isolasi Selulosa

NO	Berat Rata-rata Serabut Siwalan (g)	Rata-rata Selulosa (g)	Rata-rata Rendemen	Standar Deviasi
1.	50	8,01	16,03%	0,973

Selulosa yang diperoleh dari proses isolasi dapat dilihat pada **Gambar 5.4**. 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.



Gambar 5.4. a.Serabut Siwalan b. Selulosa hasil sintesis

5.2.2. Sintesis CMC-Na

CMC-Na merupakan produk eter selulosa yang diperoleh dari proses alkalisasi dan esterifikasi (Karboksimetilasi) (Golbaghi *et al.*, 2017 dan Shui *et al.*, 2017). Proses alkalisasi menggunakan larutan NaOH berbagai variasi konsentrasi (20 %, 30%, dan 40%). Sedangkan proses karboksimetilasi menggunakan Na MCA 10,8 g. Selain kedua bahan tersebut, masih banyak bahan lain yang ikut berperan dalam proses sintesis CMC-Na (Asl *et al.*, 2017).

Tahap pertama dalam sintesis CMC-Na adalah Alkalisasi. Alkalisasi dilakukan dengan penambahan larutan NaOH (20%, 30%, dan 40%). Selulosa sebanyak 9 g ditambah 270 mL Isopropanol, dan ditambahkan NaOH berbagai variasi, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Penambahan Isopropanol bertujuan untuk mengoptimalkan proses selanjutnya (karboksimetilasi) (Bergh *et al.*, 2011 dan Haydarzadeh *et al.*, 2009). Penambahan NaOH pada selulosa berfungsi untuk mengaktifkan gugus-gugus hidroksil dari selulosa yang ditandai dengan pembengkakan pada selulosa dan terjadinya perubahan warna dari putih menjadi kekuningan (Nur'ain *et al.*, 2017). Pembengkakan terjadi karena terjadi ionisasi oleh ion Na^+ membentuk ion alkoksida RO^- , sehingga memudahkan pertukaran gugus hidroksil dengan gugus karboksil pada proses selanjutnya (Rakhmatullah, 2015). Selulosa dengan gugus hidroksil yang telah aktif (membengkak) dapat dilihat pada **Gambar 5.5**.



Gambar 5.5. Selulosa setelah Alkalisasi.

Karboksimetilasi merupakan proses lanjutan setelah proses alkalisasi. Proses karboksimetilasi merupakan proses sederhana pertukaran gugus hidroksil pada selulosa dengan gugus karboksilat dari Na MCA (Asl *et al.*, 2017). Proses karboksimetilasi dapat berlangsung menggunakan sistem air maupun sistem alkohol. Sistem alkohol dipilih karena dapat mendispersikan selulosa dengan baik. Pemilihan isopropanol sebagai sistem karena reaktivitas gugus hidroksilnya yang rendah, sehingga mengurangi reaksi antara gugus hidroksil alkohol dengan NA MCA (Bergh *et al.*, 2011). Na MCA 10,8 g ditambahkan setelah terjadi pengembangan selulosa. Proses Karboksimetilasi dilanjutkan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 90 menit pada suhu ruang dan dilanjutkan pengadukan pada suhu 55°C selama 3 jam untuk memaksimalkan proses karboksimetilasi. CMC-Na yang terbentuk dalam proses karboksimetilasi memiliki warna yang lebih terang dibandingkan dengan selulosa setelah proses alkalisasi. Selulosa setelah karboksimetilasi dapat dilihat pada **Gambar 5.6**.



Gambar 5.6. Selulosa setelah Karboksimetilasi.

CMC-Na yang diperoleh dari hasil karboksimetilasi kemudian disaring untuk memisahkan dari sistemnya. Residu yang diperoleh selanjutnya ditambah 100 mL

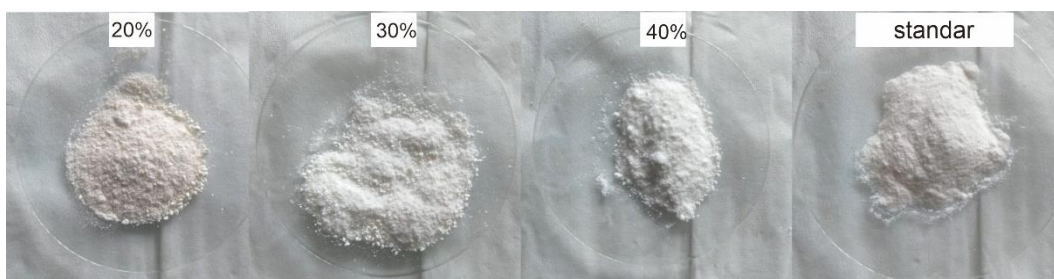
methanol 70% dan dinetralkan dengan asam asetat glacial. Metanol 70% ditambahkan ke dalam campuran untuk memisahkan CMC-Na dari produk sampingnya. Asam asetat glacial ditambahkan untuk menetralkan produk karena proses reaksi berjalan pada suasana basa. Setelah mencapai pH yang diinginkan (6,5-8,5), dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dengan residu. Residu kemudian dicuci menggunakan etanol 96% untuk menghilangkan asam glikolat dan diulangi menggunakan absolut methanol untuk menghilangkan pengotor lainnya. Pencucian dimaksudkan untuk melarutkan garam yang tidak diinginkan (Asl *et al.*, 2017, Shui *et al.*, dan Golbaghi *et al.*, 2017) dan lebih terstruktur. Hasil CMC-Na menunjukkan perubahan warna dari warna putih tulang (setelah dinetralkan) menjadi putih (setelah pencucian) dapat dilihat pada **Gambar 5.7**.



Gambar 5.7. (kiri) CMC-Na setelah dinetralkan (kiri), (kanan) setelah pencucian).

CMC-Na yang telah dicuci kemudian dikeringkan. Pengeringan CMC-Na menggunakan metode pengovenan pada suhu 55°C selama 12 jam. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada CMC-Na yang diperoleh agar CMC-Na memiliki daya simpan yang lebih lama. Kadar air yang dianjurkan untuk CMC-Na adalah $\leq 10\%$ (Rowe *et al.*, 2009). CMC-Na hasil sintesis berbentuk serbuk dengan sedikit granul dan warna bervariasi. CMC-Na dengan variasi NaOH 20% berwarna

putih tulang (putih kekuningan) dan CMC-Na variasi NaOH 30 % dan 40% berwarna putih. Hasil sama dengan CMC-Na standar yang berbentuk serbuk halus dan berwarna putih. Perbedaan CMC-Na standar dengan CMC-Na hasil sintesis dapat dilihat pada **Gambar 5.8**.



Gambar 5.8. Hasil sintesis CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar.

Rendemen CMC-Na yang diperoleh dari berbagai variasi ditunjukkan pada **Gambar 5.9**. Hasil rendemen tertinggi diperoleh CMC-Na dengan variasi NaOH 20% yaitu sebesar 174,12% dan terendah pada perlakuan menggunakan larutan NaOH 40%. Meskipun demikian, selisih antara rendemen dari berbagai variasi tidak berbeda jauh. Konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses alkalisasi selulosa berpengaruh terhadap CMC-Na yang dihasilkan. Nilai CMC-Na semakin menurun dengan peningkatan konsentrasi larutan NaOH yang digunakan (Baswan *et al*, 2005).

Tabel 5.2. Hasil Rendemen CMC-Na berbagai variasi.

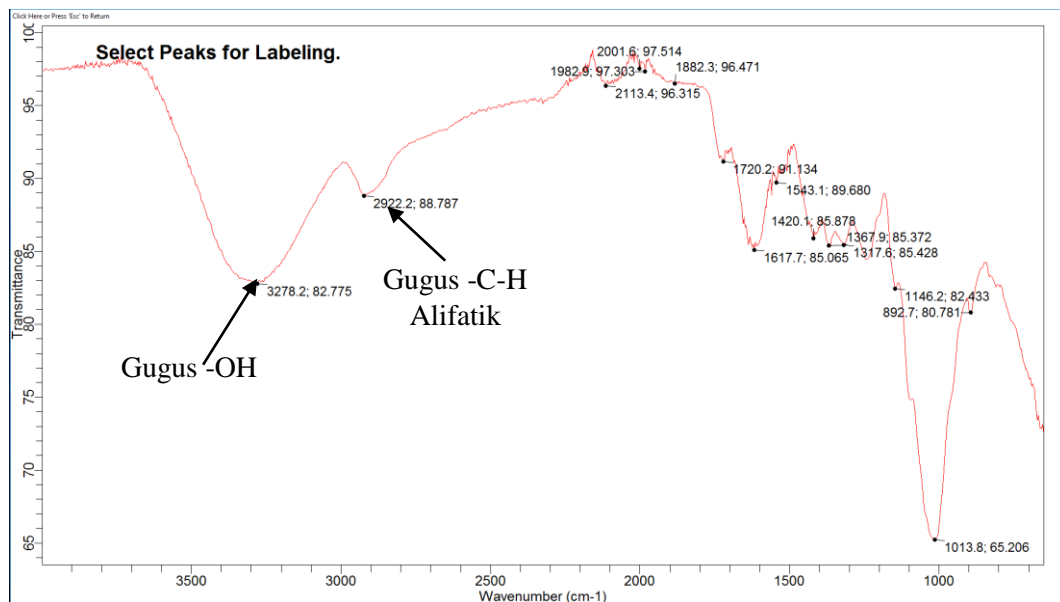
No	Selulosa (g)	Konsentrasi NaOH	CMC-Na (g)	Rendemen
1.	9	20%	15,67	174,11%
2.	9	30%	14,04	156,00%
3.	9	40%	13,23	147,00%
Rata-rata			14,31	159,03%

5.3. Karakterisasi CMC-Na

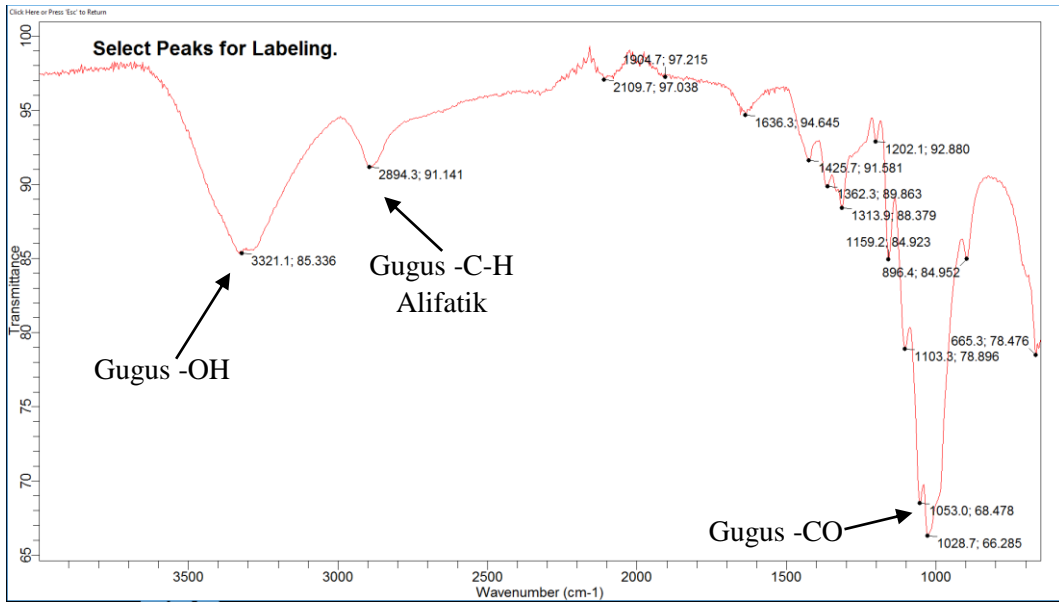
Karakterisasi CMC-Na hasil sintesis dari selulosa serabut siwalan diuji menggunakan FTIR. Selain itu, juga diuji karakteristik pada CMC-Na. Uji karakteristik meliputi uji: organoleptis; kelarutan; pH; kadar air, viskositas dan derajat substitusi (DS).

5.3.1. Analisis CMC-Na menggunakan FTIR

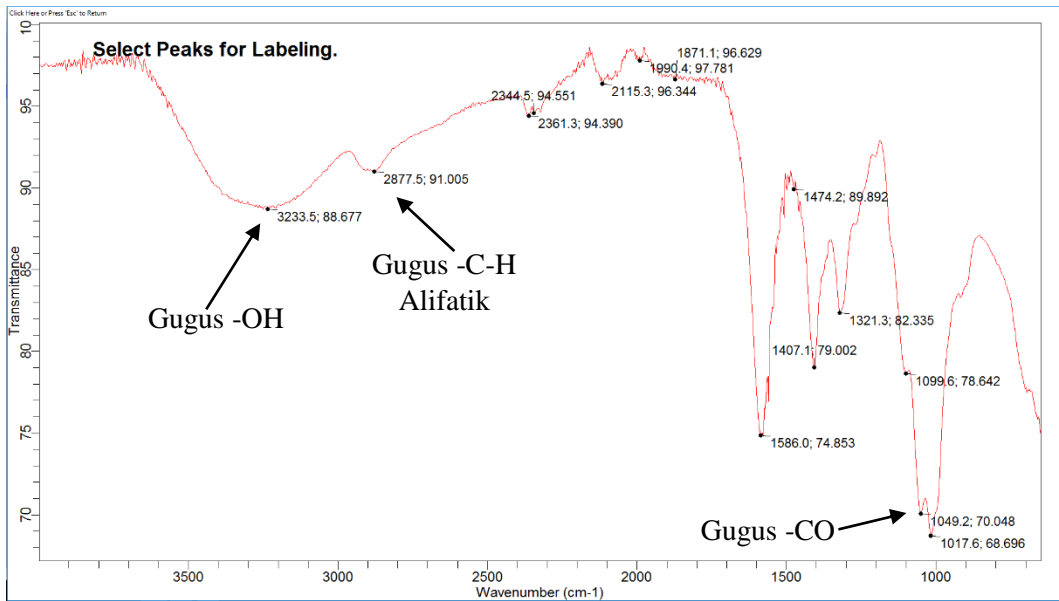
CMC-Na hasil sintesis dianalisis menggunakan FTIR untuk memastikan ada tidaknya perubahan gugus fungsi pada serabut siwalan, selulosa, dan CMC-Na serabut siwalan. Selain itu juga untuk melihat ada tidaknya perbedaan antara CMC Na standar dengan CMC-Na hasil sistesis. Spektra hasil analisis FTIR dapat dilihat pada **Gambar 5.9 – 5.15**.



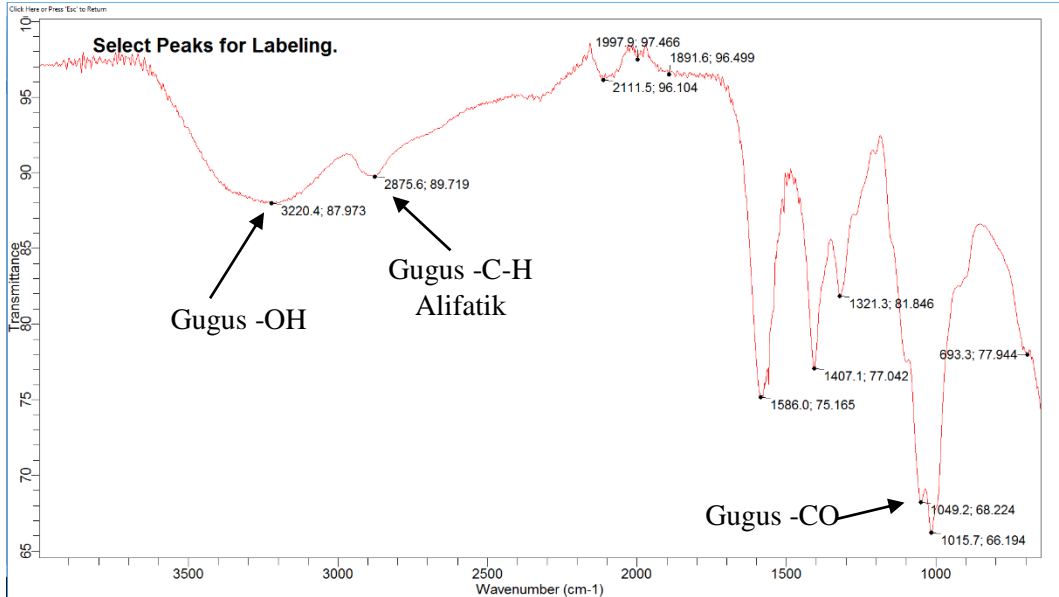
Gambar 5.9. Hasil Analisis FTIR Serabut Siwalan.



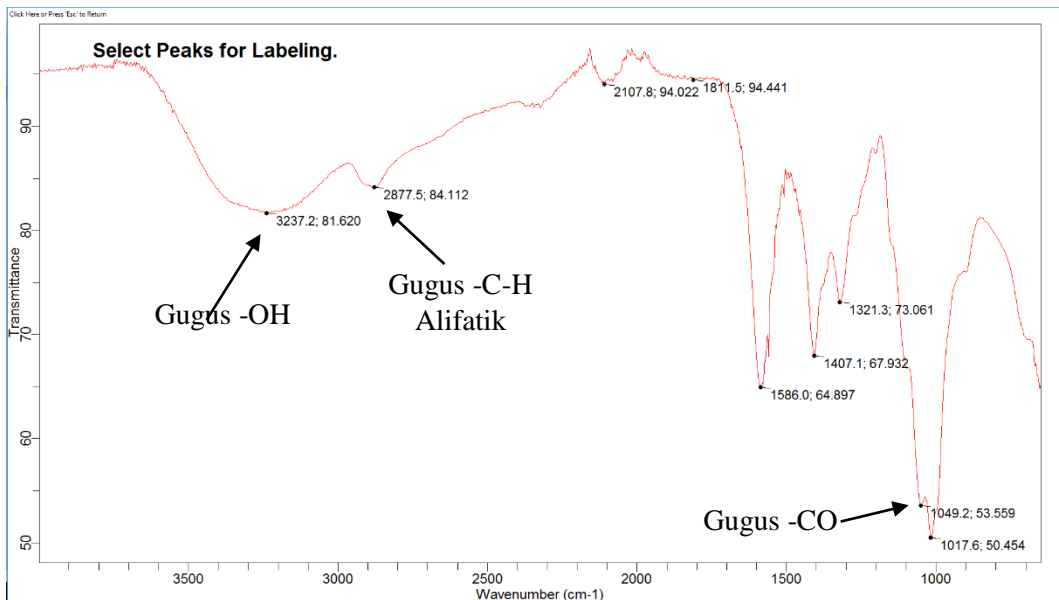
Gambar 5.10. Hasil Analisis FTIR Selulosa dari Serabut Siwalan.



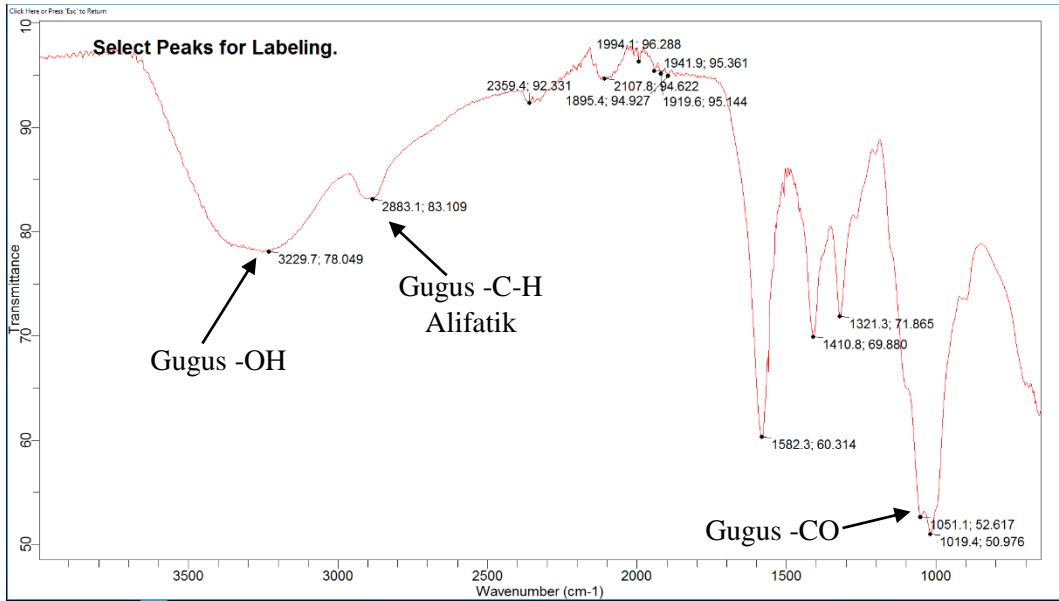
Gambar 5.11. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 20%.



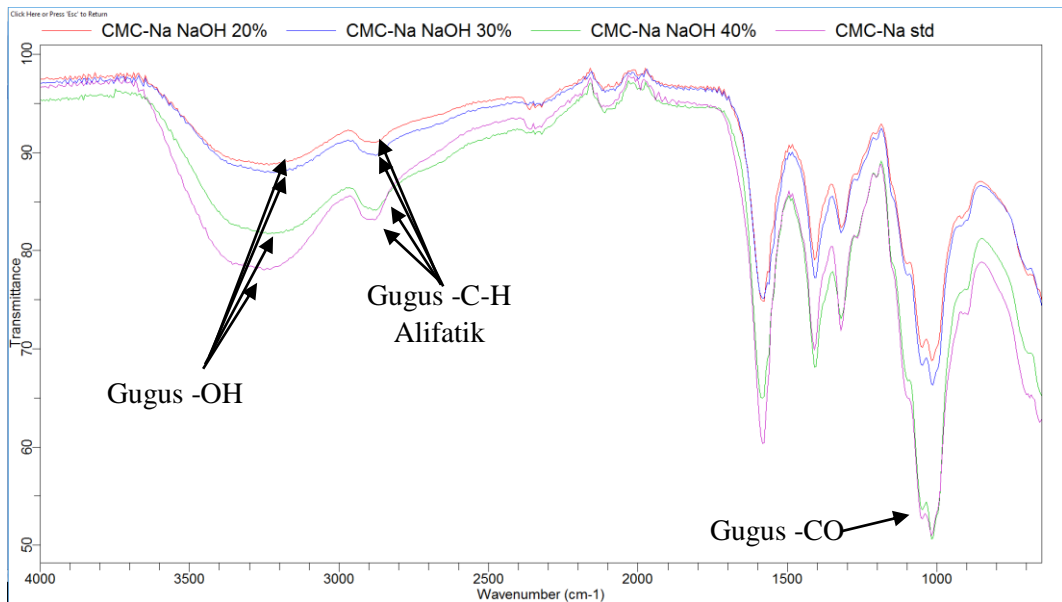
Gambar 5.12. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 30%.



Gambar 5.13. Hasil Analisis FTIR CMC-Na konsentrasi NaOH 40%.



Gambar 5.14. Hasil Analisis FTIR CMC-Na Standar.



Gambar 5.15. Hasil Overlay Analisis FTIR CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar

Hasil dari analisis CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH menggunakan FTIR menunjukkan bahwa terdapat perubahan gugus fungsi mulai dari Serabut Siwalan hingga CMC-Na berbagai variasi konsentrasi. Bilangan gelombang CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH identik dengan spektrum CMC-Na standar. Adanya perubahan gugus fungsi pada CMC-Na menunjukkan bahwa proses sintesis CMC-Na dari serabut siwalan telah berhasil dilakukan. Puncak serapan pada bilangan gelombang 3233,5 cm^{-1} (20%), 3220,4 cm^{-1} (30%), dan 3237,2 cm^{-1} (40%) mengindikasikan adanya gugus -OH. Gugus -OH memberikan serapan pada bilangan gelombang 3400–3200 cm^{-1} (Pavia *et al.*, 2009). Kemudian serapan pada bilangan gelombang 2877.5 cm^{-1} (20), 2875.6 cm^{-1} (30%) dan 2877.5 cm^{-1} (40%) mengindikasikan adanya gugus -C-H alifatik. Ikatan C-H pada rantai alifatik memberikan serapan 3000-2850 cm^{-1} (Pavia *et al.*, 2009). Puncak 1049.2 cm^{-1} (20%), 1049.2 cm^{-1} (30%) dan 1049.2 cm^{-1} (40%) menunjukkan regangan C-O (Pavia *et al.*, 2009) dan struktur dari komponen selulosa (Megawati *et al.*, 2017).

Tabel 5.3. Analisis gugus fungsi serabut siwalan, selulosa serabut siwalan, CMC-Na standar dan CMC-Na serabut siwalan berbagai variasi konsentrasi NaOH.

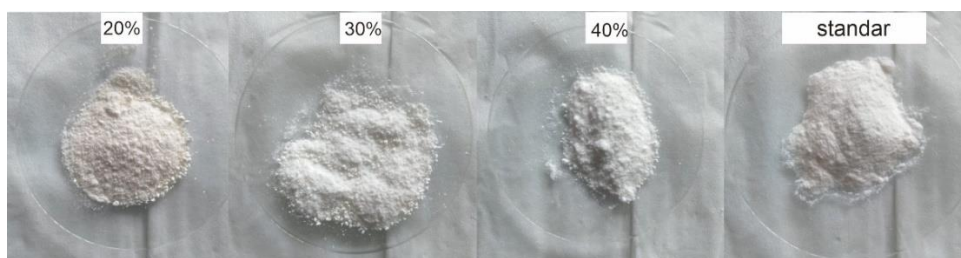
Serabut Siwalan	Selulosa Serabut Siwalan	Bilangan Gelombang (cm^{-1})				Ran ge (cm^{-1})	Interpretasi Gugus Fungsi	Referensi
		CMC-Na Standar	CMC-Na SS 20%	CMC -Na SS 30%	CMC-Na SS 40%			
3278.2	3321.1	3229.7	3233.5	3220.4	3237.2	3400-3200	O-H <i>stretching vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
2922.2	2894.3	2883.1	2877.5	2875.6	2877.5	3000-2850	Sp ³ C-H <i>stretching</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
-	1636.3	-	-	-	-	1650-1630	OH (air)	Troed ec <i>et</i>

								<i>al.</i> , 2008
1617.7	-	-	-	-	-	1640-1600	C=O <i>stretching</i>	Pecsok <i>et al.</i> , 1976
-	-	1582.3	1586.0	1586.0	1586.0	1600-1400	CH ₂ <i>scissoring</i>	Pecsok <i>et al.</i> , 1976
1420.1	1425.7	1410.8 dan 1321.3	1407.1 dan 1321.3	1407.1 dan 1321.3	1407.1 dan 1321.3	1440-1000	C-O-H <i>bending</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
-	1159. 2	1051.1 dan 1019.4	1049.2 dan 1017.6	1049.2 dan 1015.7	1049.2 dan 1017.8	1300-1000	C-O <i>stretching</i> <i>vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009
892.7	896.4	-	-	-	-	Sekitar 850	<i>Asymmetric C-</i> <i>O-C stretching</i> <i>vibration</i>	Pavia <i>et al.</i> , 2009

Keterangan : SS (serabut Siwalan)

5.3.2. Analisis Organoleptis

Analisis organoleptis bertujuan untuk melihat bentuk dan warna dari CMC-Na hasil sintesis dari selulosa serabut siwalan. CMC-Na yang diperoleh berwarna putih kekuningan dan berbentuk serbuk dengan sedikit granul. Hasil uji organoleptis sesuai dengan yang telah di syaratkan oleh Farmakope Indonesia Edisi V, CMC-Na berbentuk serbuk atau granul dan berwarna putih sampai krem (Depkes RI, 2014). CMC-Na yang diperoleh dapat dilihat pada **Gambar 5.16**.

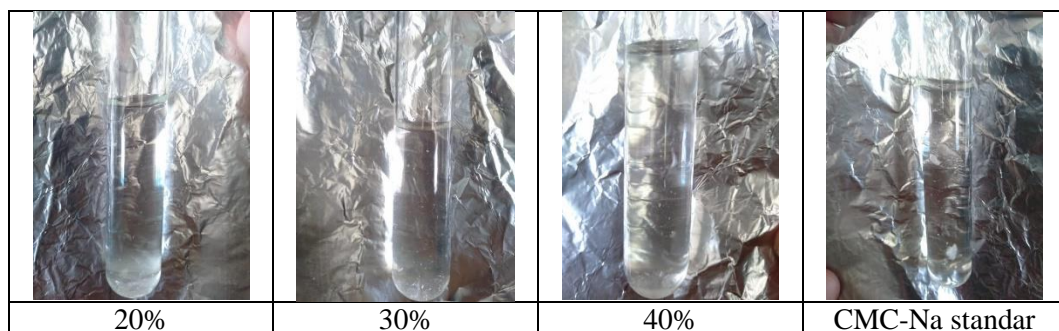


Gambar 5.16. Penampakan CMC-Na dengan variasi 20%, 30% dan 40% serta CMC-Na standar.

5.3.3. Uji Kelarutan

Uji kelarutan dilakukan dengan menggunakan tiga pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda. Uji ini bertujuan untuk mengetahui kelarutan CMC-Na pada berbagai macam pelarut polar hingga non-polar. Macam-macam pelarut yang digunakan dengan kepolaran tinggi hingga non-polar secara berturut-turut adalah akuades, etanol 96% dan eter.

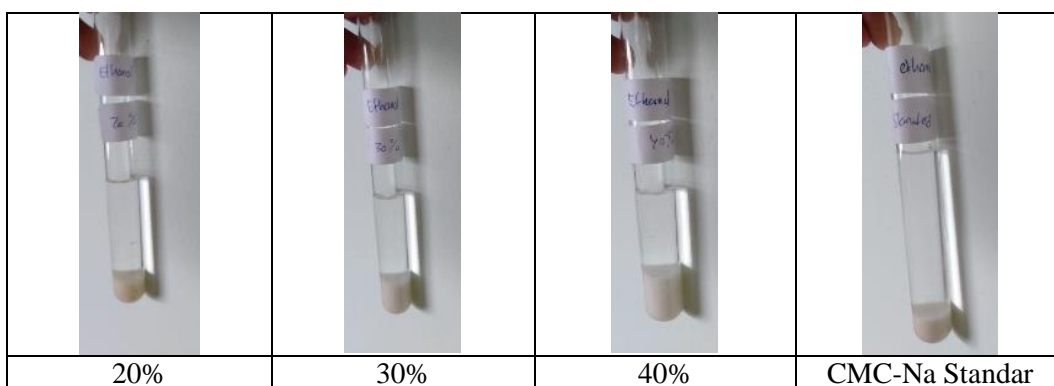
Kelarutan CMC-Na pada pelarut akuades dapat dilihat pada **Gambar 5.17** CMC-Na berbagai variasi NaOH yang dilarutkan dalam akuades membentuk larutan koloid. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua variasi CMC-Na dapat terdispersi dalam aquades. Hal ini sesuai dengan yang disyaratkan dalam Farmakope Indonesai Edisi V bahwa CMC-Na mudah terdispersi dalam air membentuk larutan koloidal (Depkes RI, 2014).



Gambar 5.17. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut aquades.

Kelarutan CMC-Na pada pelarut Etanol 96% dapat dilihat pada **Gambar 5.18.** CMC-Na berbagai variasi yang dilarutkan dalam pelarut Etanol 96% tetap

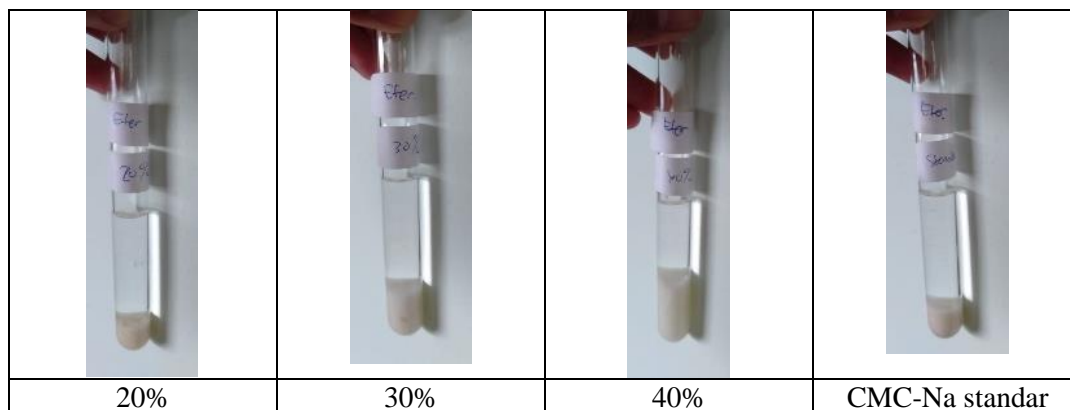
membentuk serbuk-granul yang tidak larut. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua variasi CMC-Na tidak dapat terlarut dalam pelarut Etanol 96%. Hal ini disebabkan konstanta dielektrik etanol lebih rendah dari air. Senyawa yang memiliki konstanta dielektrik yang tinggi akan memiliki polaritas yang lebih tinggi. Nilai konstanta dielektrik dari pelarut air adalah 80,37 lebih tinggi dari nilai konstanta dielektrik etanol yaitu 24,30 (Magdalena et al, 2016) . CMC-Na akan larut pada pelarut yang memiliki konstanta dielektrik tinggi (Barbucci *et al.*, 2000). Hal ini sesuai dengan yang disyaratkan dalam Farmakope Indonesia Edisi V bahwa CMC-Na tidak larut dalam pelarut Etanol 96% (Depkes RI, 2014).



Gambar 5.18. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut etanol.

Kelarutan CMC-Na pada pelarut Dietil Eter dapat dilihat pada **Gambar 5.19** CMC-Na berbagai variasi yang dilarutkan dalam pelarut Dietil Eter tetap membentuk serbuk-granul yang tidak larut. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua variasi CMC-Na tidak dapat terlarut dalam pelarut Eter. Hal ini sesuai

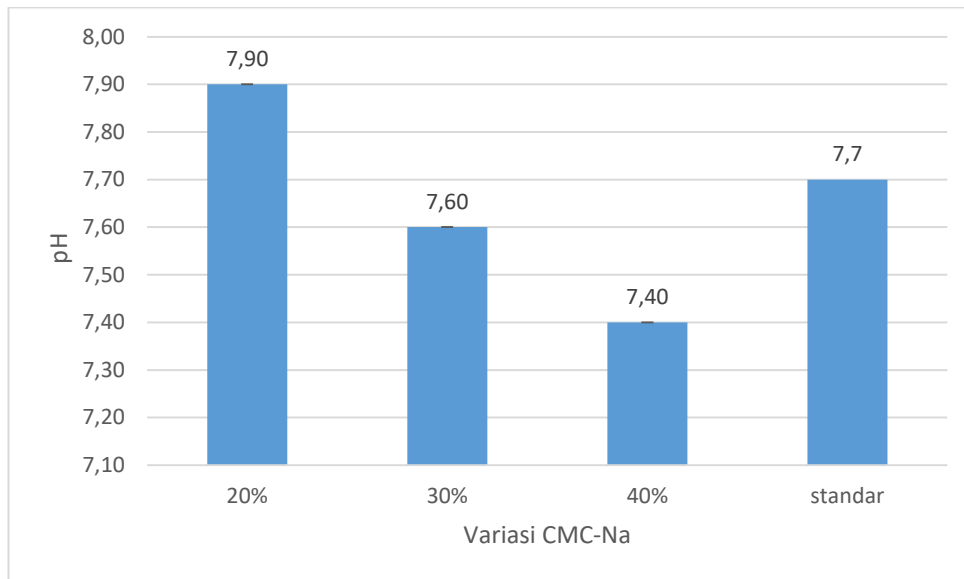
dengan yang disyaratkan dalam Farmakope Indonesia Edisi V bahwa CMC-Na tidak larut dalam pelarut Eter. (Depkes RI, 2014).



Gambar 5.19. Hasil Uji kelarutan CMC-Na berbagai variasi terhadap pelarut dietil eter.

5.3.4. Uji pH

Uji nilai pH dilakukan pada larutan CMC-Na berbagai variasi dengan konsentrasi 1% menggunakan pH meter. Uji nilai pH bertujuan untuk mengetahui apakah CMC-Na yang diperoleh aman digunakan sebagai bahan baku. Selain itu, jika nilai pH dari CMC-Na terlalu rendah (<3), CMC-Na akan mengendap (Megawati *et al*, 2017). Nilai pH pada CMC-Na dikatakan aman jika sesuai yang disyaratkan oleh farmakope Indonesia Edisi V yaitu 6,5-8,5 (Depker RI, 2014). Hasil uji pH menunjukkan bahwa semua variasi CMC-Na memiliki nilai pH rentang 6,5-8,5, maka nilai pH tersebut telah memenuhi syarat dan aman untuk digunakan sebagai bahan baku. Uji pH dilakukan 3 kali replikasi. Setiap replikasi masing-masing memiliki nilai yang sama. Nilai pH seluruh variasi CMC-Na dapat dilihat pada **Gambar 5.20**.



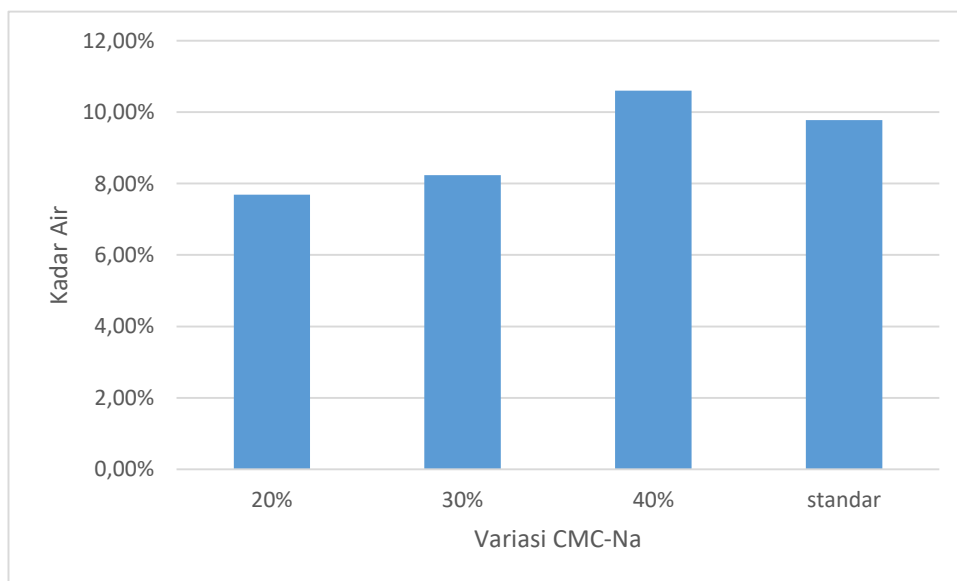
Gambar 5.20. Grafik Hasil Uji pH CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar.

5.3.5. Uji Kadar Air

Uji Kadar air dilakukan untuk mengetahui banyak air yang terdapat di dalam CMC-Na serabut siwalan. Berdasarkan standar farmakope edisi ke-V, nilai kadar air tidak lebih dari 10% (Depkes RI, 2014). Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan instrument *moisture content analyzer*. Kadar air CMC-Na hasil sintesis dihitung setiap dua minggu sekali selama enam minggu. Kadar air merupakan salah satu syarat baku mutu suatu simplisia atau ekstrak. Uji kadar air dilakukan setiap dua minggu untuk mengontrol kelayakan dari bahan baku yang digunakan selama proses sintesis CMC-Na. Nilai Kadar air seluruh variasi CMC-Na dapat dilihat pada **Gambar 5.21**.

Tabel 5.4. Nilai Kadar Air CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar

No	Konsentrasi	Nilai (%)	Nilai Rata-rata (%)	Standar Deviasi
1.	20%	7,74	7,69	0,004
		8,10		
		7,23		
2.	30%	7,89	8,24	0,007
		8,69		
		8,14		
3.	40%	9,70	10,60	0,008
		11,37		
		10,74		
4.	Standar	9,92	9,78	0,002
		9,57		
		9,86		



Gambar 5.21. Hasil Uji Kadar air berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na standar.

Gambar 5.21 menunjukkan bahwa kadar air CMC-Na meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH. Kadar air tertinggi didapatkan pada perlakuan pemberian NaOH dengan konsentrasi 40% oleh karena itu pada penambahan konsentrasi NaOH 40% tidak memenuhi standar Farmakope edisi ke-V. Kadar air pada penambahan NaOH konsentrasi 20% dan 30% sudah sesuai dengan standar Farmakope edisi ke-V yaitu tidak lebih dari 10%. Dapat dijelaskan bahwa penambahan NaOH dalam konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan bertambahnya molekul air yang dihasilkan (Muzaifa, 2006). Terjadinya peningkatan ini disebabkan terbentuknya air pada proses alkalisasi dengan reaksi sebagai berikut:



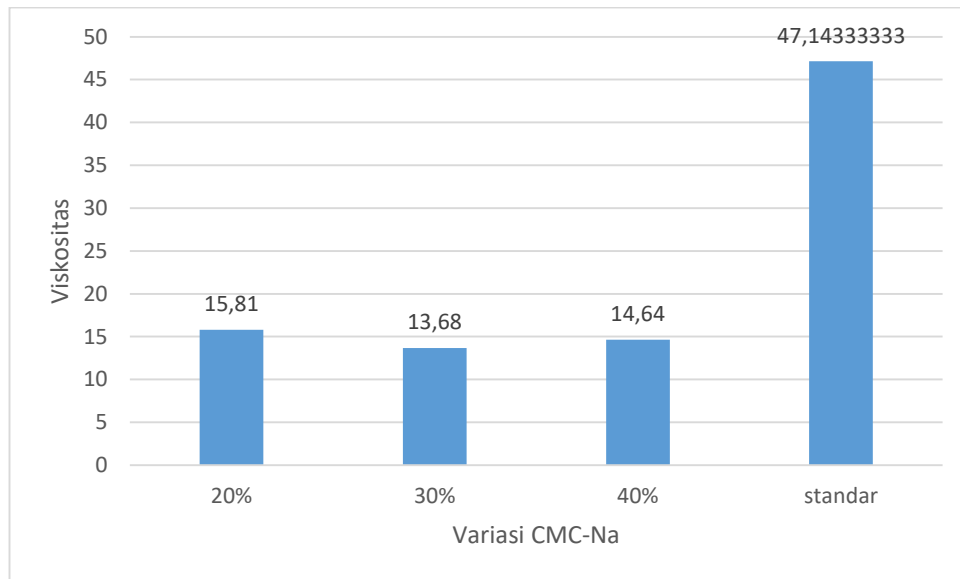
5.3.6. Uji Viskositas

Uji Viskositas bertujuan untuk mengetahui nilai kekentalan CMC-Na.. Uji Viskositas menggunakan instrument *viscometer Brookfield*. Nilai Viskositas seluruh variasi CMC-Na dapat dilihat pada **Gambar 5.22**. Hasil nilai rata-rata pemeriksaan viskositas CMC-Na berbagai variasi telah memenuhi syarat HOPE sebagai bahan baku yaitu termasuk dalam grade *low viscosity* (10-15 mPas). 1 cPs = 1 mPas. Namun di sumber lain (*Compendium of Food Additive Specifications*), hasil sintesis CMC-Na berbagai variasi belum memenuhi syarat. Nilai viskositas yang disyaratkan untuk CMC-Na menurut *Compendium of Food Additive Specifications* adalah ≥ 25 cPs (Ferdiansyah *et al.*, 2016). Nilai viskositas untuk

CMC-Na standar sudah memenuhi syarat dari *Compendium of Food Additive Specifications*.

Tabel 5.5. Nilai Viskositas CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar

No	Konsentrasi	Nilai (cPs)	Nilai Rata-rata (cPs)	Standar Deviasi
1.	20%	14,62	15,81	6,53
		19,17		
		13,64		
2.	30%	10,59	13,68	2,70
		15,60		
		14,85		
3.	40%	14,97	14,64	0,47
		14,10		
		14,85		
4.	Standar	50,77	47,14	6,53
		39,60		
		51,06		



Gambar 5.22. Hasil Uji Viskositas CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na standar.

5.3.7. Uji Derajat Substitusi (DS)

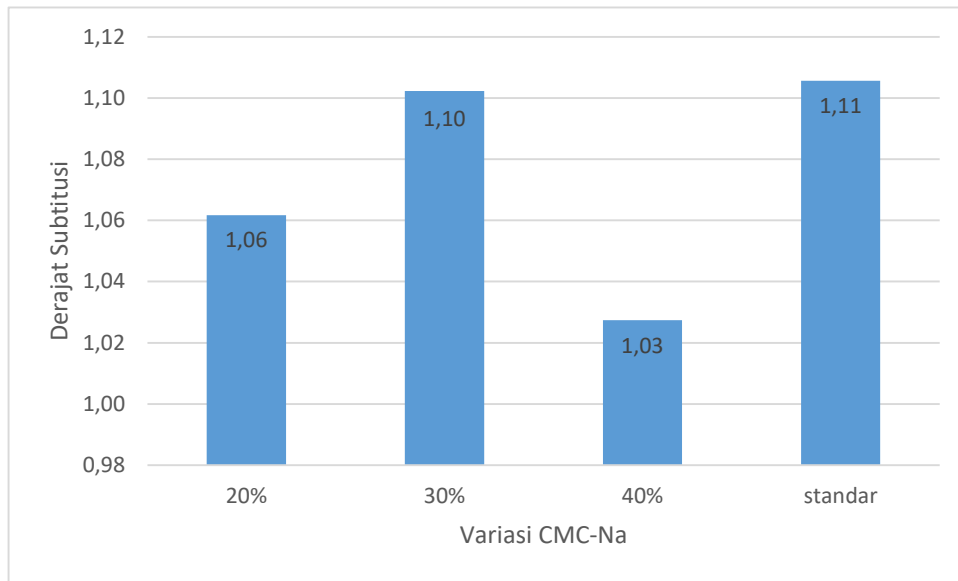
Derajat Substitusi (DS) merupakan perbandingan antara jumlah gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh gugus karboksil dari Na MCA yang digunakan (Asl *et al.*, 2017). Nilai DS berbanding lurus dengan kelarutan CMC-Na. Semakin tinggi nilai DS semakin tinggi pula kelarutan CMC-Na pada pelarut polar (Akuades) (Ferdiansyah *et al.*, 2016).

Uji Derajat Substitusi (DS) menggunakan metode titrasi asam basa. Sebelum dititrasi, CMC-Na dicuci menggunakan asam (HNO_3 2N) untuk memastikan bahwa gugus karboksil dari CMC-Na telah terbebas dari ion (Huang *et al.*, 2016). Setelah itu CMC-Na disaring dan dioven pada suhu 60°C hingga kering untuk mengkilangkan sisa HNO_3 . Kemudian CMC-Na ditambah dengan akuades dan 0,3N NaOH, kemudain dititrasi menggunakan 0,3N HCl sebafei titran (Salama *et*

al., 2018). DS menjadi salah satu parameter utama keberhasilan proses sintesis CMC (Ferdiansyah, 2017) karena Sifat fisik dan kimia dari CMC sangat ditentukan oleh derajat substitusi (DS), distribusi substituen dan derajat polimerisasi. Di antara sifat ini, DS memiliki pengaruh lebih terhadap kemampuan CMC menjerap air, serta viskositas larutan CMC yang akan dihasilkan (Zhang, dkk, 2003). CMC dengan DS antara 0,21-0,38 memiliki sifat yang tidak larut dalam air. Sedangkan CMC dengan DS di atas nilai tersebut memiliki sifat yang mudah larut dalam air. Dalam penggunaannya, CMC banyak digunakan dalam berbagai industri, terutama dalam industri farmasi sebagai pengikat (Huang, dkk, 2012) dan dalam industri pangan sebagai penstabil (Supranto dkk., 2015). Faktor yang mempengaruhi DS yaitu jenis dan komposisi pelarut/media reaksi, konsentrasi alkali, konsentrasi kloroasetat, waktu reaksi, dan suhu reaksi (Pitaloka dkk., 2015). Nilai DS CMC-Na dengan variasi konsentrasi NaOH dapat dilihat pada **Gambar 5.23**.

Tabel 5.6. Nilai DS CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na Standar

No	Konsentrasi	Nilai DS	Nilai rata-rata DS	Standar Deviasi
1.	20 %	1,068	1,06	0,01
		1,049		
		1,068		
2.	30%	1,115	1,10	0,01
		1,086		
		1,106		
3.	40%	1,153	1,03	0,17
		1,096		
		0,833		
4.	Standar	1,077	1,11	0,03
		1,125		
		1,115		

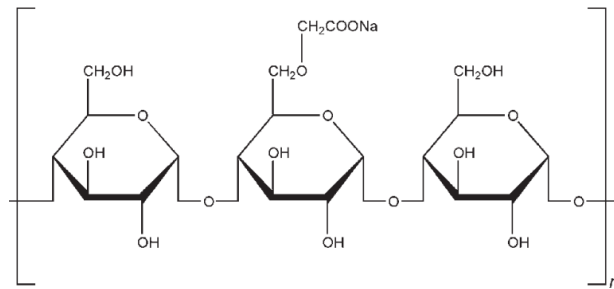
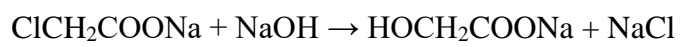


Gambar 5.23. Nilai DS CMC-Na berbagai variasi konsentrasi NaOH dan CMC-Na standar.

Berdasarkan **Gambar 5.23.** Dapat dilihat bahwa nilai DS mengalami peningkatan pada konsentrasi NaOH 30%. Namun pada konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi, nilai DS mulai mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada penurunan DS saat konsentrasi 40%. Peristiwa tersebut terjadi karena adanya dua reaksi yang berjalan dan bersifat kompetitif. Reaksi yang pertama melibatkan gugus hidroksil dari selulosa dengan Na MCA dengan keberadaan NaOH untuk membentuk molekul CMC. Reaksi yang kedua terjadi antara NaOH dengan Na MCA yang dapat membentuk sodium glikolat. Hal tersebut dapat diartikan bahwa dengan adanya konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi akan menyebabkan terbentuknya sodium glikolat secara berlebih akibat adanya reaksi samping antara NaOH dengan Na MCA (Wijayani *et al.*, 2005). Semua hasil uji DS yang diperoleh dengan konsentrasi NaOH sebesar 20%, 30% dan 40% telah sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 0,7-1,2 (Fadillah, 2018). Namun

yang paling mendekati nilai DS CMC-Na standar yaitu pada CMC-Na pada variasi NaOH 30%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Asl *et al* (2017) yang menyatakan bahwa setelah nilai DS optimum, nilai DS akan mengalami penurunan. Nilai DS optimum yang didapatkan pada penelitian ini, sebesar 1,10 dengan penambahan NaOH pada konsentrasi 30%.

Reaksi pembentukan produk samping (natrium glikolat) :



Gambar 5.24. Struktur Natrium Glikolat (Rowe *et al*, 2009)

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian variasi konsentrasi NaOH (20%, 30%, dan 40%) berpengaruh terhadap karakteristik CMC-Na hasil sintesis dari serabut siwalan. Pemberian variasi konsentrasi NaOH yang diberikan pada proses sintesis CMC-Na menyebabkan perbedaan warna pada penampakan organoleptis, nilai kadar air, nilai viskositas dan nilai DS yang diperoleh. Pada analisis FTIR ketiga konsentrasi menunjukkan hasil spektra yang sama dengan CMC-Na Standar.
2. Berdasarkan uji karakteristik, konsentrasi optimum NaOH pada proses sintesis CMC-Na yang menghasilkan CMC-Na paling mendekati CMC-Na standar yaitu 30% ditinjau dari Nilai DS.

6.2. Saran

Bagi peneliti selanjutnya agar mendapat hasil lebih optimum, penulis menyarankan untuk :

1. Saat proses penyaringan selulosa menggunakan saringan dengan ukuran <200 μm , sehingga rendemen yang diperoleh lebih banyak.
2. Agar lebih memperhatikan lagi suhu saat akan di uji karakteristik (viskositas) karena suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai viskositas. Suhu pada saat melarutkan CMC-Na yaitu 25°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin Ishaq Alu Syaikh. 2008. Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3. Jakarta. Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Agusman. 2013. Pengujian Organoleptik. Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- Ahmad Mustafâ Al-Marâgî, Tafsîr al-Marâgî, jilid 21, (Mesir: Mustafa Al-Babi Al-Halabi, 1394 H/1974 M), hlm. 101
- Anam, C., Sirojudin, dan Firdausi, K. S., 2007, Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*. Volume 10, Nomor 1 : 79-85.
- Ariyanti, E.S dan Mulyono, A. 2010. Otomatisasi Pengukuran Koefisien Viskositas Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Neutrino*. Volume 2, Nomor 27 : 183-192.
- Asl, S. A., Mousavi, M., dan Labbafi, M. 2017. Synthesis and Characterization Of Carboxymethyl Cellulose From Sugarcane Bagasse. *J Food Process Technol*. Volume 8, Nomor 687. Doi: 10.4172/2157-7110.1000687.
- Aventi. 2015. Penelitian Pengukuran Kadar Air Buah. Seminar Nasional Cendekiawan
- Barbucci, Rolando., Magnani, Agnese., dan Consumi, Marco. 2000. Swelling behavior of Carboxymethylcellulose Hydrogels in Relation to Cross-Linking, pH, and Charge Density. *Macromolecules*. Vol. 33, No. 20.
- Baswal, Jamal., Andhita, Dina., dan Sediarmo. 2005. Pengaruh Alkalinisasi Selulosa Terhadap Produksi Sodium Karboksimetil Selulosa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Volume 11, Nomor 4.
- Bergh, M. 2011. Absorbent Cellulose Based Fibers Investigation of Carboxylation and Sulfonation of Cellulose [Master's Thesis]. Goteborg (SE): Chalmers

University of Technology.

Bernhard, M. R. 2007. Budidaya Lontar (*Borassus Sundaicus* Becc). *Buletin Palma*. Nomor 3 : 82-91.

Bismarck, A., Mishra, S., dan Lampke, T. 2005. Plant Fibers as Reinforcement for Green Composites. Dalam Mohanty, A.K., Misra, M., dan Drzal, L.T. *Natural Fibers, Biopolymer, and Biocomposites* (Edisi Ke-1). Boca Raton : CRC Press.

Cowd, M. A. 1991. Kimia Polimer. Bandung : Penerbit ITB

Daulay, L.R., 2009. *Adhesi Penguat Serbuk Pulp Tandan Kosong Sawit Teresterifikasi Dengan Matriks Komposit Polietilena* : Disertasi. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Dence, C.W., dan Reeve, D.W. 1996. *Pulp Bleaching Principle and Practice*. Atlanta : Tappi Perss.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1988. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/Ix/88 tentang Bahan Tambahan Makanan. Jakarta : Depkes.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Farmakope Indonesia V*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia

Diniatik. 2015. Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanolik Daun Kepel (*Stelochocarpus burahol* (Bl.) Hook L & Th.) dengan metode Spektrofotometri. *Kartika-Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 3, No. 1.

Diniatik. 2015. Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanolik Daun Kepel (*Stelechocarpus Burahol* (Bl.) Hook F. & Th.) De. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 3 (1), 1-5.

Djamal, Rusdi. 2008. *Prinsip-prinsip Dasar Isolasi dan Identifikasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.

Efendi. 2011. Perlindungan Sumberdaya Alam Dalam Islam. *Kanun Jurnal Ilmu Hukum*..Vol.13. No 55.

- Eriningsih, R., Yulina, R., dan Mutia, T. 2011. Producing Of Carboxymethyl Cellulose From Corn Cobs Waste For Thickener Of Textile Printing Process. *Arena Tekstil*. Volume 26, Nomor 2 : 61-120.
- Fadillah N. 2018. Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) Dari Kulit Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra L. Gaertn*) Dengan Variasi Konsentrasi Asam Trikloroasetat Dan Suhu. [Skripsi]. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Fan, L.T., Y.H. Lee, dan M.M.Gharpuray. 1982. *The Nature of Lignocellulosics and Their Pretreatment for Enzymatic Hydrolysis*. Adv. Bichem. Eng. 23: 158 – 187.
- Fan, M., Dai, D., dan Huang, B. 2012. Fourier Transform Infrared Spectroscopy for Natural Fibres. *Fourier Transform - Materials Analysis*. inTech : 45-65.
- Ferdiansyah, M. K., Marseno, D. W., dan Pranoto, Y. 2016. Kajian Karakteristik Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan yang Halal. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Volumr 5, Nomor 4 : 136-138.
- Ferdiansyah, M. K., Marseno, D. W., dan Pranoto, Y. 2017. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodologi (RSM). *Agritech*. Volume 37, Nomor 2 : 158-164.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1982. *Kimia Organik*. Edisi ke-3. Jakarta: Erlangga.
- Fitriyano, Gema., Abdullah, Syamsudin. 2016. Sintesis Selulosa Asetat Dari Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Diaplikasikan Sebagai Masker Asap Rokok. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

- Golbaghi, L., Khamforoush, M., dan Hatami, T. 2017. Carboxymethyl Cellulose Production from Sugarcane Bagasse with Steam Explosion Pulping : Experimental, Modeling, and Optimisation. *Carbohydrate Polymers*. Volume 174 : 780-788.
- Graham E. Eagleton. 2016. Review: Persistent Pioneers; Borassus L. And Corypha L. In Malesia. *Biodiversitas*. Volume 17, Number 2.
- Gummadi, V. P., Battu, G. R., Keerthana, D. M. S., dan Manda, K. 2016. A Review On Palmyra Palm (Borassus Flabellifer). *International Journal Of Current Pharmaceutical Research*. Volume 8, Nomor 2 : 17-20.
- Hasanah, A. N dan Agustriono, F.H. 2016. Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Baku Sintesis Karboksimetil Selulosa : Review Farmaka. Volume 14, Nomor 3, Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran.
- Hoefler A. C. 2011. Sodium Carboxymethyl Cellulose, Chemistry, Functionality, and Applications. *Food Ingredients Group, Hercules Incorporated*. Wilmington : Delaware 19808. <http://www.herc.com/foodgums>. Diakses 21 Agustus 2020.
- Ika Kurniaty, Ummul Habibah H2, Devi Yustiana, Isnaini Fajriah M. 2017. Proses Delignifikasi Menggunakan Naoh Dan Amonia (Nh3) Pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses* Vol. 6, No. 4.
- Indriyati, W., Kusmawati, R., Sriwidodo, S., Hasanah, A.N., dan Musfiroh, I. 2016. Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-Cmc) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. Volume 3, Nomor 3 : 99-110.
- Lavack, B. P., Griffin, G. J., and Rodman, D. 2002. Th Acid Hydrolysis of Sugarcane Bagasse Hemicellulose to Produce Xylose, Arabinose, Glucose, and Other Products. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 23.
- M. Aditya Pradana, Hosta Ardhyanta, Dan Moh. Farid. 2017. Pemisahan Selulosa Dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses

- Alkalisasi Untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara. *Jurnal Teknik Its* Vol. 6, No. 2
- Magdalena Sirwutubun 2) Maya M. Ludong 2) Dekie Rawung. 2016. Pengaruh Konsentrasi Etanol Terhadap Karakteristik Ekstrak Pewarna Alami Buah Merah (*Pandanus Conoideus Lamk.*) Dan Aplikasinya Pada Produk Pangan. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado Korespondensi.
- Masuri, A. A. M. S., dan Rumhayati, B. 2018. Characteristic of Cellulose Isolated from Papyrus Fibers (*Borrassus Flabelifer L*) and Its Citrate Este. *J. Pure App. Chem. Res.* Volume 7, Nomor 3 : 239-246.
- Megawati, Fitriyanti, J. S., dan Syatirani. 2017. Sintesis Natrium Karboksimetil Selulosa (Na.Cmc) dari Selulosa Hasil Isolasi dari Batang Alang-Alang (*Imperata Cylindrica L.*). *Journal Of Pharmaceutical and Medicinal Sciences.* Volume 2, Nomor 1 : 13-16.
- Melda Permana BR Purba. *Sintesis dan Karakterisasi CMC (Carboxymethyl Cellulose) dari Selulosa Batang Pisang Raja (Musa Paradisiaca) dengan Variasi Natrium Monokloroasetat.* Skripsi. Universitas Sumatera Utara (2018): h. 10-31.
- Mugiyati. 2016. Hak Pemanfaatan Sumber Daya Alam Perspektif Hukum Islam. Al- Jinayah : *togrul.* Vol 2. No 2.
- Muladi. 2013. Teknologi Kimia Kayu Lanjutan [Diktat]. Samarinda : Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.
- Mulyadi, Irwan. 2019. Isolasi Dan Karakterisasi Selulosa : Review. *Jurnal Sainatika Unpam.* Vol. 1 No. 2.
- Muzaifa, M. 2006. Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose) dari Selulosa Bakterial (Nata de Coco). *Agrista.* Volume 10, Nomor 2 : 100-106.
- Nisa, D dan Putri, W. D. R. 2014. Pemanfaatan Selulosa Dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma Cacao L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Cmc

- (Carboxymethyl Cellulose). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Volume 2, Nomor 3 : 34-42.
- Nugroho, C. 2016. Pengaruh Mengonsumsi Buah Nanas terhadap pH Saliva pada Anak Santriwati Usia 12-16 Tahun Pesantren Perguruan Sukahideng Kabupaten Tasikmalaya. *Journal Actual Research Science Academic*. Volume 11, Nomor 1 : 10-14.
- Nur'ain, Nurhaeni, dan Ridhay, A. 2017. Optimasi Kondisi Reaksi untuk Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Batang Jagung (*Zea mays L.*). *Kovalen*. Vol. 3, No. 2.
- Nuroniah, H.S., Rostiwati, T., dan Bustomo, S. 2010. *Sintesa Hasil Penelitian Lontar (Borassus flabellifer) sebagai Sumber Energi Bioetanol Potensial*. Bogor : Kementerian Kehutanan.
- Olesen, P., Plackett, D., 1999. Perspectives on the Performance of Natural Plant Fibres. In: Natural Fibres Performance Forum, Copenhagen. p. Copenhagen 27th-28th May 1999.
- Paneo M. A., Rusdiana, T., dan Gozali, D. 2017. Pengaruh Penambahan Vitamin E-Tpgs (D-Atocopherol Polyethyleneglycol Succinat) terhadap Peningkatan Kelarutan Obat. *Farmaka Suplemen*. Volume 15, Nomor 3 : 7-16.
- Pavia D. L., Lampman, G. M., dan Kriz, G. S. 2001. *Introduction for Spectroscopy. Third edition*. United state : Brooks Cole/Thomson.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M and Kriz, G. S. 2009. *Introduction for Spectroscopy. Fourth edition*. United state: Brooks Cole/Thomson
- Pitaloka, A. B., Saputra, A. H., dan Qadhayna, L. 2015. Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose (Cmc) from Water Hyacinth Using Ethanol-Isobutyl Alcohol Mixture as the Solvents. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. Volume 5, Nomor 1 : 36-40.

- Pushpamalar, V., Langford, S. J., Ahmad, M., dan Lim. Y. Y. (2006). Optimization of Reaction Condition for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Sago Waste. *Carbohydrate Polymer*. 64: 312-318.
- Putri, I. A. 2016. Prarancangan Pabrik Sodium Carboxymethylcellulose dari Cellulose dan Natrium Monochloroacetic Kapasitas 50.000 Ton/Tahun. Lampung : Fakultas Teknik Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Quthb, Sayyid, Tafsir Fi Zhilalil Qur'an di Bawah Naungan Al-Qur'an Jilid VII, Jakarta: Gema Insani Press, 2003
- Rahmadiono. 1998. Budidaya Siwalan. Jakarta: Balai penelitian Tembakau dan Tanaman.
- Rakhmatullah Rhama. 2015. Pembuatan Karboksimetil Selulosa daro Selulosa Mikrobial (*Nata De Cassava*) [Skripsi]. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Riswiyanto. 2009. *Kimia Organik*. Jakarta : Erlangga.
- Rohman, A., Kuwat, T., Retno, S., Susmindari, Yuny E., dan Tigokow, W. 2020. Fourier Transform Infrared Spectroscopy Applied for Rapid Analysis of Lord in Palm Oil. *International Food Research Journal*. Volume 19. Nomor 3 : 1161-1165.
- Rowe, R. C., Sheskey P. J., Quinn M. E. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients 6th ed*. London: Pharmaceutical Press.
- Salama, A., Etri, S., Mohamed, S. A. A., and Mohamed, E. 2018. Carboxymethyl Cellulose Prepared from Mesquite Tree: New Source for Promising Nanocomposite Materials. *Carbohydrate Polymers*.
- Sastrohamidjojo, H. 2005. Kimia Organik (Stereokimia, Karbohidrat, Lemak, dan Protein). Yogyakarta : Gadjah Mada Press.

- Sayuti, N.A. 2016. Pengaruh Carboxymethyl Selulosa Natrium sebagai Pengental terhadap Stabilitas Sirup Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza Roxb*). *Jurnal Kebidanan Dan Kesehatan Tradisional*. Volume 1, Nomor 1 : 9-13.
- Sembiring, M.T., dan Sinaga, T.S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya). *Digital library*. Medan : Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Setiyawan, Y., 2010. Peranan Polimer Selulosa Sebagai Bahan Baku dalam Pengembangan Produk Manufaktur Menuju Era Globalisasi [Diktat]. Bandung : Universitas Islam Indonesia.
- Shihab, M. Quraish. Tafsir Al-Misbah pesan kesan dan keserasian Al-Qur'an Vol 6 Cet.I (Jakarta:Lentera Hati, 2002)
- Shui, T., Feng, S., Chen, G., Li, A., Yuan, Z., Shui, H., Kuboki, T., and Xu, C. (Charles). 2017. Syntesis of Sodium Carboxymethyl Cellulose Using Bleached Crude Cellulose Fractionated from Cornstalk. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 105.
- Subdirektoret Statistik Impor. 2016. *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Desember 2016*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Subhedar, P. B. and Gogate P. R. 2013. Alkaline and Ultrasound Assisted Alkaline Pretreatment fo Intensification of Delignification Process from Sustainable Raw-material. *Ultrasonics Sonochemistry*. Vo. 21.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sumada, K., Tamara, P. E. dan Alqani, F. 2011. Isolation Study of Efficient α - Cellulose From Waste Plant Stem *Manihot Esculenta Crantz* . *Jurnal Teknik Kimia*. Volume 5, Nomor 2 : 434-438.
- Sun, J., Sun, X., Zhao, H., and Sun, R. 2004. Isolation and Characterization of Cellulose from Sugarcane Bagasse. *Polymer Degrad Stab*. Vol. 84.

- Supranto, S., Tawfiequrrahman A., dan Yunanto, D. E. 2015. Sugarcane Baggase Conversion to High Refined Cellulose Using Nitric Acid, Sodium Hydroxyde, and Hydrogen Peroxyde as the Delignificating Agent. *Journal of Engineering Science and Technology*. No 1.
- Tambunan, P. 2010. Potensi dan Kebijakan Pengembangan Lontar untuk Menambah Pendapatan Penduduk. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. Volume 7, Nomor 1 : 27-45.
- Tarmansyah, K.U., (2007) Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa. Jakarta : Tim Puslitbang Dephan.
- Togrul H dan Arsal N. 2004. Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in coating of mandarin. *Journal of Food Engineering*. Vol 62. No 3
- Tranggono, S., Haryadi, Suparmo, A. Murdiati, S. Sudarmadji, K. Rahayu, S. Naruki, dan M. Astuti. 1991. Bahan Tambahan Makanan (Food Additive). PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Wijayani, A., Ummah, K., dan Tjahjani, S. 2005. Characterization of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Eichorniacrassipes (Mart) Solms. Indo. *J.Chem*. Volume 5, Nomor 3 : 228-231.
- Wiwiek Indriyati, Ida Musfiroh, Rembulan Kusmawanti, Sriwidodo, Aliya Nur Hasanah. 2016. Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang. *IJPST*. Volume 3, Nomor 3.
- Zahra Delisa Yusra. 2019. Pengaruh Konsentrasi Cmc (Carboxymethyl Cellulose) Terhadap Karakteristik Bioselulosa Berbasis Edible Film. Skripsi.
- Zhou, Y., Stuart-Williams, H., Farquhar, G. D., and Hocart, C. H. 2010. The Use of Natural Abundance Stable Isotopic Ratio to Indicate the Presence of Oxygen-containing Chemical Linkages Between Cellulose and Lignin in Plant Cell Walls. *Phytochemistry*. Vol. 71.

LAMPIRAN 1

Data Determinasi Tumbuhan



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA BATU
Jalan Lahur 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 IKRÖM 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 siwalancus* Becc.
Nama daerah : Siwalan, pohon lontar, tal, lonta (Minangkabau), erlal (Sunda, Jawa, Bali), taal (Madura), dun tal (Sasak), jun tal (Sumbawa), uala (Sulsel), lontara (Toraja), lomoir (Ambon), manggita, manggita (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-dekatan. 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 lilir, tangkai daun mencapai panjang 1 m, dengan pelepah yang lebar dan hitam di bagian atasnya; sisi tangkai dengan deretan duri yang berujung dua. Bunga: Karangan bunga dalam tongkol, 20-30 cm dengan tangkai sekitar 50 cm. Buah: Buah bergerombol dalam tandan, hingga sekitar 20 butir, bulat telur 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.

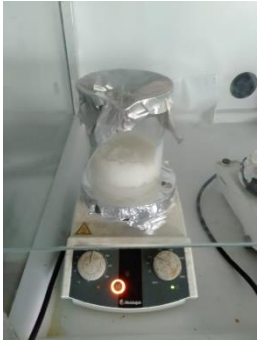

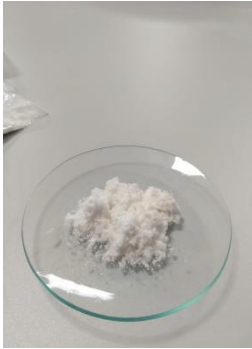
Demikian surat keterangan determinasi ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

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

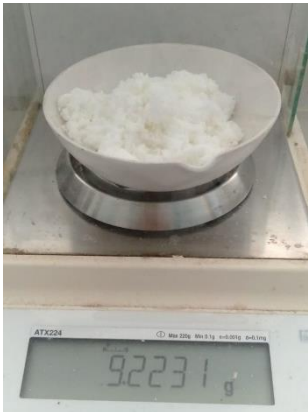


Etna Rahmawati, S.Parm., Apt.
NIP. 196004302014032002





LAMPIRAN 2
Proses Isolasi Selulosa

No	Proses Isolasi Selulosa	Keterangan
1		<p>Penimbangan 50 g serabut siwalan</p>
2		<p>Hidrolisis</p>
3		<p>Delignifikasi</p>

4		Bleaching
5		Pengerinan (Setelah di Oven)
6		Hasil Setelah diblender

LAMPIRAN 3
Proses Sintesis CMC-Na

No	Proses Sintesis CMC-Na	Keterangan
1		Penimbangan selulosa 9 g
2		Alkalisasi (20%, 30%, 40%)
3		Karboksumetilasi (Na MCA 10,8 g)

4		<p>Penetralan (sesudah penetralan)</p>
5		<p>Pencucian (setelah pencucian)</p>
6		<p>Pengeringan (Setelah di oven)</p>
7		<p>Hasil setelah di blender</p>





LAMPIRAN 4

Hasil Uji Karakterisasi











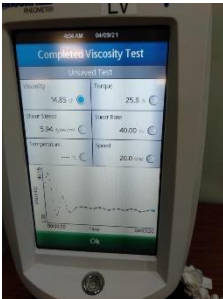

Perlakuan NaOH	Organoleptis		Kelarutan			pH	Kadar Air (%)	Viskositas (cps)	DS
	Bentuk	Warna	Air	Etanol	Eter				
20%	Serbuk sedikit granul	Putih tulang	Larut, membentuk larutan koloid	Tidak larut	Tidak larut	7,9	7,74	15,81	1,06
30%	Serbuk sedikit granul	putih	Larut, membentuk larutan koloid	Tidak larut	Tidak larut	7,6	7,89	13,68	1,10
40%	Serbuk sedikit granul	putih	Larut, membentuk larutan koloid	Tidak larut	Tidak larut	7,4	9,70	14,64	1,03

LAMPIRAN 5

Uji pH

			
20%	30%	40%	CMC-Na standar

LAMPIRAN 6
Uji Viskositas

No	Hasil Uji Viskositas CMC-Na			
Konsentrasi	20%	30%	40%	Standar
1				
2				
3				



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

Jl. Locari, Tlekung, Kota Batu, Tlp. 03415057739, Website: <http://fkik.uin-malang.ac.id>.
Email: fkik@uin-malang.ac.id(Fakultas), farmasi@uin-malang.ac.id(Prodi Farmasi)

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN (REVISI) UJIAN SKRIPSI

Naskah ujian skripsi yang disusun oleh:

Nama : Yusuf Ikrom Nur Azami
NIM : 16670002
Judul : Optimalisasi Serabut Siwalan (*Borassus Fabellifer L*) Sebagai Bahan Baku Sodium Carboxymethyl Cellulose (CMC-Na) Menggunakan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH)

Tanggal Ujian Skripsi : Senin 14 Juni 2021

Telah dilakukan perbaikan sesuai dengan saran tim pembimbing dan tim penguji serta dinyatakan telah lulus untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya (yudisium).

No	Nama Dosen	Tanggal Revisi	Tanda Tangan
1	Dewi Sinta Megawati, M.Sc.	25 Juni 2021	
2	Dr. Begum Fauziyah, S.Si., M.Farm.	28 Juni 2021	
3	apt. Alif Firman F., S.Farm., M.Biomed.	21 Juni 2021	
4	apt. Hajar Sugahantoro, M.P.H.	18 Juni 2021	

Catatan :

- Batas waktu maksimum melakukan revisi 2 Minggu. Jika tidak selesai, mahasiswa **TIDAK** dapat mendaftarkan diri untuk mengikuti Yudisium
- Lembar revisi dilampirkan dalam naskah skripsi yang telah dijilid (foto copy), dan aslinya dikumpulkan di Bagian Unit Tugas Akhir Program Studi Farmasi selanjutnya mahasiswa berhak menerima Bukti Lulus Ujian Skripsi.

Malang,
Mengetahui,
Koordinator Unit Tugas Akhir

Ria Ramadhani Dwi A., S.Kep., NS., M.Kep.
NIP. 19850617 200912 2 005



Certificate No: ID08/1219

Kedalaman Spiritual, Keagungan Akhlak, Kekerasan Ilmu dan Kematangan Profesional