

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Gaol *et al.*, (2013) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi. Selulosa asetat dari pulp TKKS ini dibuat dengan variasi waktu asetilasi selama 2; 2,5 dan 3 jam. Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar asetil sebesar 18-48%, derajat substitusi (DS) sebesar 0,833-3,730 pada produk selulosa asetat dengan kondisi optimum waktu asetilasi selama 2,5 jam.

Nurhayati & Kusumawati, (2014) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari limbah pengolahan agar bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi NaOH yang optimum pada isolasi selulosa dan rasio selulosa terhadap asam asetat anhidrida yang tepat pada sintesis selulosa asetat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi pelarut natrium hidroksida (NaOH) 3%, 6% dan 9% pada proses isolasi selulosa. Variasi rasio selulosa anhidrida asetat pada proses asetilasi yaitu 1:10, 1:20 dan 1:30 (b/v). Penelitian ini menunjukkan bahwa NaOH 6% dapat menghasilkan kadar hemiselulosa sebesar 63,3% dan alfa selulosa sebesar 53,33% tertinggi dengan nilai rendemen selulosa sebesar 24,92%. Sintesis selulosa asetat diperoleh hasil terbaik dengan menggunakan rasio selulosa dan asam asetat anhidrida yaitu 1:10 menunjukkan bahwa warna selulosa asetat lebih putih, dengan rendemen sebesar 26,19% dan kadar asetil  $\geq 43,5\%$ .

Lismeri *et al.*, (2016) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari limbah batang ubi kayu dengan menggunakan pelarut asam fosfat (0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%), asam asetat (0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%), dan asam klorida (0%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%) pada proses *pre-treatment*. Sedangkan pelarut yang digunakan dalam proses delignifikasi adalah natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) 20% pada rasio sampel dan volume  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  yaitu 1:8, 1:10 dan 1:12 (v/v) dengan variabel waktu 2; 2,5 dan 3 jam menggunakan suhu 100°C. Penelitian ini menunjukkan bahwa larutan asam fosfat 3% dapat menghasilkan densitas terkecil sebesar 0,833 g/mL yang membuktikan bahwa telah terjadinya *swelling*. Proses delignifikasi

menggunakan variasi waktu dan rasio bahan terhadap pelarut menunjukkan bahwa kadar selulosa terbesar diperoleh 56,92% dengan waktu pemasakan 2 jam dan rasio sampel terhadap pelarut 1:12 (v/v). selain itu, di dalam penelitian ini mengidentifikasi gugus fungsi FTIR terhadap selulosa asetat telah menunjukkan adanya serapan gugus karbonil (C=O) dan gugus ester (C-O) dengan masing-masing terlihat pada bilangan gelombang  $1738,47\text{ cm}^{-1}$  dan  $1224,39\text{ cm}^{-1}$ . Kadar asetil yang diperoleh pada produk selulosa asetat sebesar 41,01% dan termasuk jenis selulosa diasetat yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan membran, film topografi, dan benang.

Yannasandy *et al.*, (2017) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari limbah kulit pisang yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu delignifikasi pada tahap asetilasi terhadap selulosa asetat yang dihasilkan, mengetahui hasil rendemen selulosa asetat yang terbaik dari massa kulit pisang kepok dan mengidentifikasi selulosa asetat hasil asetilasi menggunakan FTIR. Pelarut yang digunakan dalam proses delignifikasi yaitu natrium hidroksida 17,5% dengan variasi waktu delignifikasi 1, 2, 3, 4 dan 5 jam. Hasil penelitian diperoleh kondisi optimum waktu delignifikasi adalah 2 jam dengan yield sebesar 23,72%.

Zhaafirah & Fitriyano, (2017) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari limbah kulit pisang yang bertujuan untuk mengetahui cara memperoleh selulosa asetat dari limbah kulit pisang kepok, mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan pada tahap asetilasi, dan mengetahui hasil rendemen selulosa asetat terbaik. Pelarut yang digunakan dalam proses delignifikasi adalah natrium hidroksida 17,5%. Variasi kecepatan pengadukan pada proses asetilasi adalah 900, 1050, 1200, 1350 dan 1500 rpm dengan waktu asetilasi selama 6 jam pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$ . Hasil penelitian diperoleh yield terbesar yaitu 27,04% pada kecepatan pengadukan 1500 rpm.

Asparingga *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa pembuatan selulosa asetat dari sabut kelapa yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume anhidrida asetat terhadap karakteristik selulosa asetat. Pelarut yang digunakan dalam proses delignifikasi adalah asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan natrium nitrit ( $\text{NaNO}_2$ ). Variasi volume larutan anhidrida asetat pada proses asetilasi adalah 20 ml, 40 ml dan 60 ml. Proses

asetilasi selulosa dari sabut kelapa berhasil menunjukkan munculnya puncak khas pada daerah antara  $1738\text{ cm}^{-1}$  dan  $1227\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan puncak dari C=O dan C-O asetil. Penelitian ini menunjukkan bahwa volume anhidrida asetat berpengaruh terhadap kadar asetil dan derajat substitusi (DS). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa variasi volume larutan anhidrida asetat pada proses asetilasi 20 ml diperoleh kadar asetil sebesar 26,6914% dan DS sebesar 1,3601; volume larutan anhidrida asetat 40 ml diperoleh kadar asetil sebesar 39,6899% dan DS sebesar 2,4419; volume larutan anhidrida asetat 60 ml diperoleh kadar asetil sebesar 50,8737% dan DS sebesar 3,8126; serta selulosa asetat komersial sebagai pembandingan kadar asetil sebesar 39,87% dan DS sebesar 2,4601.

Husni *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa pembuatan membran selulosa asetat dari pelepah pohon pisang bertujuan untuk mengetahui penambahan rasio polietilen glikol (PEG) pada selulosa asetat yang menghasilkan karakteristik membran selulosa asetat terbaik. Pelarut yang digunakan dalam proses delignifikasi adalah NaOH 4%. Variasi PEG pada penelitian ini yaitu 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen selulosa yang diperoleh dari hasil ekstraksi sebesar 62,5 % dan rendemen selulosa asetat yang diperoleh dari hasil sintesis sebesar 50% dengan berat molekul 24.961,48 g/mol. Selulosa asetat yang terbentuk dapat ditunjukkan dengan hasil identifikasi FTIR berupa adanya serapan gugus karbonil C=O pada bilangan gelombang  $1749.44\text{ cm}^{-1}$  dan ester C-O dari gugus asetil  $1377\text{ cm}^{-1}$ . Membran dengan ketebalan paling tinggi diperoleh pada konsentrasi PEG 2% sebesar 0,0258 mm. Konsentrasi PEG terhadap selulosa asetat yang dapat menghasilkan karakteristik membran terbaik adalah PEG 8% dengan kuat tarik sebesar 20,29 Mpa dan Elongasi sebesar 3%.

Souhoka & Latupeirissa, (2018) menyebutkan bahwa sintesis selulosa asetat melalui reaksi esterifikasi (asetilasi) alfa selulosa dan karakterisasi selulosa asetat yang meliputi penentuan kadar air, kadar asetil dan derajat substitusi (DS), identifikasi gugus fungsi menggunakan instrumentasi FTIR, serta sifat kelarutannya. Variasi suhu dan waktu yang digunakan dalam proses asetilasi yaitu eksperimen I menggunakan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  selama 2,5 jam dan eksperimen II menggunakan suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam. Berdasarkan hasil penelitian, selulosa asetat

dapat disintesis melalui reaksi esterifikasi alfa selulosa dengan menggunakan asam asetat glasial, asam asetat anhidrida dan asam sulfat pekat. Hasil pengujian diperoleh derajat substitusi selulosa asetat sebesar 1,482 (suhu 25°C, waktu 2,5 jam) dan 2,295 (suhu 40°C, waktu 5 jam). Karakterisasi selulosa asetat hasil sintesis diperoleh kadar air sebesar 0,322% dan 0,3111%, kadar asetil sebesar 28,413% dan 38,207%, identifikasi gugus fungsi dengan instrumentasi FTIR menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3257-3375 cm<sup>-1</sup> (-OH), 1730 cm<sup>-1</sup> C=O (ester), 1242-1246 cm<sup>-1</sup> (C-O asetil). Selulosa asetat dari hasil sintesis ini tidak larut dalam air dan kloroform, tetapi sedikit larut dalam etanol dan aseton.

Silitonga *et al.*, (2019) menyebutkan bahwa pengaruh konsentrasi NaOH pada karakterisasi alfa selulosa dari pelepah kelapa sawit. Variasi pelarut NaOH yang digunakan pada proses delignifikasi yaitu 2%, 4% dan 6%. Isolasi alfa selulosa dari pelepah kelapa sawit telah berhasil dilakukan dan menghasilkan rendemen dengan kadar alfa selulosa. Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar alfa selulosa tertinggi yaitu pada variasi konsentrasi NaOH 2% dengan rendemen sebesar 28,93% dan kadar alfa selulosa sebesar 90,23%. Karakterisasi alfa selulosa dengan menggunakan instrumentasi FTIR telah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dengan variasi penggunaan larutan pemasak NaOH, hal ini ditandai dengan tidak adanya perubahan pada pita serapan. Berdasarkan hasil Analisis instrumentasi FTIR menunjukkan bahwa alfa selulosa memberikan spektrum yang menggambarkan struktur selulosa. Karakterisasi alfa selulosa menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) menunjukkan bahwa bahan alfa selulosa dapat digunakan dibawah temperatur degredasinya yaitu pada temperatur dibawah 370°C.

**Tabel 2.1** Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Silitonga <i>et al.</i> , (2019)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui	Isolasi alfa selulosa dari pelepah kelapa sawit telah berhasil	Jenis bahan baku, variasi waktu

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		<p>pengaruh konsentrasi NaOH pada karakterisasi alfa selulosa dari pelepah kelapa sawit.</p>	<p>dilakukan dan menghasilkan rendemen dengan kadar alfa selulosa. Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar alfa selulosa tertinggi yaitu pada variasi konsentrasi NaOH 2% dengan rendemen sebesar 28,93% dan kadar alfa selulosa sebesar 90,23%. Karakterisasi alfa selulosa dengan menggunakan instrumentasi FTIR telah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dengan variasi penggunaan larutan pemasak NaOH, hal ini ditandai dengan tidak adanya perubahan pada pita serapan. Berdasarkan hasil Analisis instrumentasi FTIR telah menunjukkan</p>	<p>asetilasi, variasi PEG untuk pembuatan membran dan penentuan jenis membran.</p>

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>bahwa alfa selulosa memberikan spektrum yang menggambarkan struktur selulosa. Karakterisasi alfa selulosa menggunakan <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC) menunjukkan bahwa bahan alfa selulosa dapat digunakan dibawah temperatur degradasinya yaitu pada temperatur dibawah 370°C.</p>	
2.	Asparingga <i>et al.</i> , (2018)	<p>Penelitian mengenai pembuatan selulosa asetat dari sabut kelapa bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume anhidrida asetat terhadap</p>	<p>Proses asetilasi selulosa dari sabut kelapa berhasil menunjukkan munculnya puncak khas pada daerah antara 1738 cm<sup>-1</sup> dan 1227 cm<sup>-1</sup> yang merupakan puncak dari C=O dan C-O asetil. Penelitian ini menunjukkan bahwa volume anhidrida</p>	<p>Jenis bahan baku, jenis pelarut pada proses delignifikasi, variasi waktu asetilasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan membran</p>

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		karakteristik selulosa asetat.	asetat berpengaruh terhadap kadar asetil dan derajat substitusi (DS). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa variasi volume larutan anhidrida asetat pada proses asetilasi 20 ml diperoleh kadar asetil sebesar 26,6914% dan DS sebesar 1,3601; volume larutan anhidrida asetat 40 ml diperoleh kadar asetil sebesar 39,6899% dan DS sebesar 2,4419; volume larutan anhidrida asetat 60 ml diperoleh kadar asetil sebesar 50,8737% dan DS sebesar 3,8126; serta selulosa asetat komersial sebagai pembanding kadar asetil sebesar 39,87% dan DS sebesar 2,4601.	dan penentuan jenis membran.

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3.	Husni <i>et al.</i> , (2018)	<p>Penelitian mengenai pembuatan membran selulosa asetat dari pelepah pohon pisang bertujuan untuk mengetahui penambahan rasio PEG pada selulosa asetat yang menghasilkan karakteristik membran selulosa asetat terbaik.</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen selulosa yang diperoleh dari hasil ekstraksi sebesar 62,5% dan rendemen selulosa asetat yang diperoleh dari hasil sintesis sebesar 50% dengan berat molekul 24.961,48 g/mol. Selulosa asetat yang terbentuk dapat ditunjukkan dengan hasil identifikasi FTIR berupa adanya serapan gugus karbonil C=O pada bilangan gelombang 1749.44 <math>\text{cm}^{-1}</math> dan ester C-O dari gugus asetil 1377 <math>\text{cm}^{-1}</math>. Membran dengan ketebalan paling tinggi diperoleh pada konsentrasi PEG 2% sebesar 0,0258 mm. Konsentrasi PEG terhadap selulosa asetat yang dapat</p>	<p>Jenis bahan baku, variasi persentase pelarut NaOH pada proses delignifikasi, dan variasi waktu asetilasi.</p>

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			menghasilkan karakteristik membran terbaik adalah PEG 8% dengan kuat tarik sebesar 20,29 Mpa dan Elongasi sebesar 3%.	
4.	Souhoka & Latupeirissa, (2018)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sintesis selulosa asetat melalui reaksi esterifikasi (asetilasi) alfa selulosa dan karakterisasi selulosa asetat yang meliputi penentuan kadar air, kadar asetil dan derajat substitusi (DS), identifikasi gugus fungsi menggunakan instrumentasi FTIR, serta sifat kelarutannya.	Berdasarkan hasil penelitian, selulosa asetat dapat disintesis melalui reaksi esterifikasi alfa selulosa dengan menggunakan asam asetat glasial, asam asetat anhidrida dan asam sulfat pekat. Hasil pengujian diperoleh derajat substitusi selulosa asetat sebesar 1,482 (suhu 25°C, waktu 2,5 jam) dan 2,295 (suhu 40°C, waktu 5 jam). Karakterisasi selulosa asetat hasil sintesis diperoleh kadar air sebesar 0,322% dan 0,3111%, kadar asetil	Jenis bahan baku, variasi persentase pelarut NaOH pada proses delignifikasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan membran dan penentuan jenis membran.

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		Selulosa asetat yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan film atau membran untuk penelitian selanjutnya.	sebesar 28,413% dan 38,207%, identifikasi gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3257-3375 $\text{cm}^{-1}$ (-OH), 1730 $\text{cm}^{-1}$ C=O (ester), 1242-1246 $\text{cm}^{-1}$ (C-O asetil). Selulosa asetat dari hasil sintesis ini tidak larut dalam air dan kloroform, tetapi sedikit larut dalam etanol dan aseton.	
5.	Yannasandy <i>et al.</i> , (2017)	Penelitian mengenai pembuatan selulosa asetat dari limbah kulit pisang yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu delignifikasi pada tahap asetilasi terhadap	Hasil penelitian diperoleh kondisi optimum waktu delignifikasi adalah 2 jam dengan <i>yield</i> sebesar 23,72%.	Variasi persentase pelarut NaOH pada proses delignifikasi, variasi waktu asetilasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		selulosa asetat yang dihasilkan, mengetahui hasil rendemen selulosa asetat yang terbaik dari massa kulit pisang kepok dan mengidentifikasi selulosa asetat hasil asetilasi menggunakan FTIR.		membran dan penentuan jenis membran.
6.	Zhaafirah & Fitriyano, (2017)	Penelitian mengenai pembuatan selulosa asetat dari limbah kulit pisang kepok bertujuan untuk mengetahui cara memperoleh selulosa asetat dari limbah kulit pisang kepok, mengetahui pengaruh	Hasil penelitian diperoleh <i>yield</i> terbesar yaitu 27,04% pada kecepatan pengadukan 1500 rpm.	Variasi persentase pelarut NaOH pada proses delignifikasi, variasi waktu asetilasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan membran

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		kecepatan pengadukan pada tahap asetilasi, dan mengetahui hasil rendemen selulosa asetat terbaik.		dan penentuan jenis membran.
7.	Lismeri <i>et al.</i> , (2016)	Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah batang ubi kayu untuk pembuatan selulosa asetat.	Penelitian ini menunjukkan bahwa larutan asam fosfat 3% dapat menghasilkan densitas terkecil sebesar 0,833 g/mL yang membuktikan bahwa telah terjadinya <i>swelling</i> . Proses delignifikasi menggunakan variasi waktu dan rasio bahan terhadap pelarut menunjukkan bahwa kadar selulosa terbesar diperoleh 56,92% dengan waktu pemasakan 2 jam dan rasio sampel terhadap pelarut 1:12 (v/v).	Jenis bahan baku, jenis pelarut pada proses delignifikasi, variasi waktu asetilasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan membran dan penentuan jenis membran.

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			<p>Identifikasi gugus fungsi FTIR terhadap selulosa asetat telah menunjukkan adanya serapan gugus karbonil (C=O) dan gugus ester (C-O) dengan masing-masing terlihat pada bilangan gelombang <math>1738,47\text{ cm}^{-1}</math> dan <math>1224,39\text{ cm}^{-1}</math>. Kadar asetil yang diperoleh pada produk selulosa asetat sebesar 41,01% dan termasuk jenis selulosa diasetat yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan membran, film topografi, dan benang.</p>	
8.	Nurhayati & Kusumawati, (2014)	<p>Pembuatan selulosa asetat dari limbah pengolahan agar bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi NaOH yang</p>	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa NaOH 6% dapat menghasilkan kadar hemiselulosa sebesar 63,3% dan alfa selulosa sebesar 53,33% tertinggi</p>	<p>Jenis bahan baku, variasi waktu asetilasi, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan</p>

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		optimum pada isolasi selulosa dan rasio selulosa terhadap asam asetat anhidrida yang tepat pada sintesis selulosa asetat dari selulosa limbah pengolahan agar.	dengan nilai rendemen selulosa sebesar 24,92%. Sintesis selulosa asetat diperoleh hasil terbaik dengan menggunakan rasio selulosa dan asam asetat anhidrida yaitu 1:10 menunjukkan bahwa warna selulosa asetat lebih putih, dengan rendemen sebesar 26,19% dan kadar asetil $\geq 43,5\%$ .	membran dan penentuan jenis membran.
9.	Gaol <i>et al.</i> , (2013)	Untuk memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi selulosa asetat sehingga dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi.	Hasil dari penelitian ini diperoleh kadar asetil sebesar 18-48%, derajat substitusi sebesar 0,833-3,730 pada produk selulosa asetat dengan kondisi optimum waktu asetilasi selama 2,5 jam. Selulosa asetat yang terbentuk dalam penelitian ini diantaranya selulosa	Jenis bahan baku, proses pembuatan selulosa, variasi volume PEG 600 untuk pembuatan membran dan penentuan jenis membran.

No.	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			triasetat, selulosa diasetat, dan selulosa monoasetat yang digolongkan berdasarkan nilai derajat substitusi (DS) yang dihasilkan.	

## 2.2 Teori – Teori Yang Relevan

### 2.2.1 Pisang Kepok (*Musa Balbisiana*)

Pisang merupakan jenis buah yang umum ditemui dan salah satu komoditas unggul berasal dari Asia Tenggara termasuk Indonesia. Pisang dapat berbuah di daerah dengan curah hujan yang merata sepanjang tahun. Salah satu jenis pisang yang ada di Indonesia adalah pisang kepok. Berdasarkan klasifikasi taksonomi, pisang kepok termasuk ke dalam famili *Musaceae* yang berasal dari India Selatan. (Novianti & Setyowati, 2016). Berikut gambar 2.1 menunjukkan buah pisang kepok.



**Gambar 2.1** Pisang Kepok (*Musa Balbisiana*)

(Sumber : Dokumentasi sayurbox, 2022)

Berikut ini klasifikasi taksonomi pisang kepok berdasarkan *United States Department of Agriculture*, (2015) adalah :

- a) Kerajaan : *Plantae*

- b) Subkerajaan : *Tracheobionta*
- c) Superdivisi : *Spermatophyta*
- d) Divisi : *Magnoliophyta*
- e) Kelas : *Liliopsida*
- f) Subkelas : *Zingiberidae*
- g) Ordo : *Zingiberales*
- h) Famili : *Musaceae*
- i) Genus : *Musa*
- j) Spesies : *Musa balbisiana L.*

Pisang memiliki bunga majemuk dengan kuncup yang dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang tersebut akan terlepas dan jatuh ke bawah tanah apabila bunga telah membuka. Bunga betina akan mengalami perkembangan secara normal, sedangkan bunga jantan tidak mengalami perkembangan dan tetap tertutup oleh seludang yang berada diujung tandan disebut sebagai jantung pisang. Tanaman pisang terdiri dari bunga, kulit, buah, daun, batang, dan bongol pisang. Pada umumnya, pisang dapat diolah menjadi aneka makanan seperti keripik, buah dalam sirup, aneka olahan tradisional, dan tepung.

Pisang kepok memiliki karakteristik diantaranya yaitu kulit tebal yang berwarna kuning kehijauan dan bernoda coklat serta memiliki daging buah manis. Pisang kepok mengalami pertumbuhan dengan suhu optimum sekitar 27°C dan suhu maksimum 38°C. Pisang kepok memiliki bentuk buah sedikit gepeng dan bersegi dengan ukuran buahnya kecil yang panjangnya berkisar 10-12 cm serta beratnya berkisar 80-120 gram. Daging buah pisang kepok berwarna putih dan kuning.

Kulit pisang kepok adalah bagian terluar/kulit dari buah pisang kepok. Kulit pisang kepok merupakan limbah hasil pengolahan buah pisang kepok yang jumlahnya cukup banyak dalam kehidupan sehari-hari yaitu sekitar 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas dan umumnya dibuang langsung sebagai sampah sehingga dapat berdampak terhadap meningkatnya limbah padat ke lingkungan (Wahyudi *et al.*, 2011). Kulit pisang memiliki kandungan serat selulosa yang sangat halus jika dibandingkan serat dari kayu yaitu selulosa berkisar 60 - 65%,

hemiselulosa berkisar 6-8%, dan lignin berkisar 5-10% (Novianti & Setyowati, 2016). Zhaafirah & Fitriyano, (2017) menyebutkan bahwa didalam kulit pisang kepek terdapat kandungan alfa selulosa sebesar 94,91% yang dapat diolah menjadi selulosa asetat.

### **2.2.2 Natrium Hidroksida**

Natrium hidroksida (NaOH) dikenal sebagai soda kaustik, soda api atau sodium hidroksida merupakan basa dan alkali yang sangat kaustik, mampu menguraikan protein pada suhu lingkungan biasa dan dapat menyebabkan luka bakar apabila terpapar. Senyawa ini sangat larut dalam air serta mudah menyerap kelembaban dan karbondioksida dari udara. Natrium hidroksida (NaOH) dapat digunakan dalam berbagai macam bidang industri sebagai basa pada proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan detergen.

Natrium hidroksida (NaOH) memiliki sifat fisika diantaranya yaitu berbentuk padatan kristal berwarna putih dan licin, memiliki densitas sebesar  $2,1 \text{ g/cm}^3$ , titik didih pada suhu  $1390^\circ\text{C}$  dan titik leleh pada suhu  $318^\circ\text{C}$  tanpa terurai. Senyawa ini sangat larut dalam air dengan kelarutan yang rendah dalam pelarut polar seperti etanol dan methanol. Natrium hidroksida (NaOH) tidak larut dalam eter dan pelarut non-polar lainnya. Pelarutan natrium hidroksida (NaOH) padat dalam air merupakan reaksi yang sangat eksotermis sehingga mampu menghasilkan sejumlah besar panas ke lingkungan dan mengancam keselamatan melalui potensi paparan percikan. Larutan natrium hidroksida (NaOH) yang dihasilkan umumnya tidak berwarna dan tidak berbau, terasa licin apabila mengalami kontak dengan kulit akibat proses saponifikasi yang terjadi antara natrium hidroksida (NaOH) dan minyak alami pada kulit.

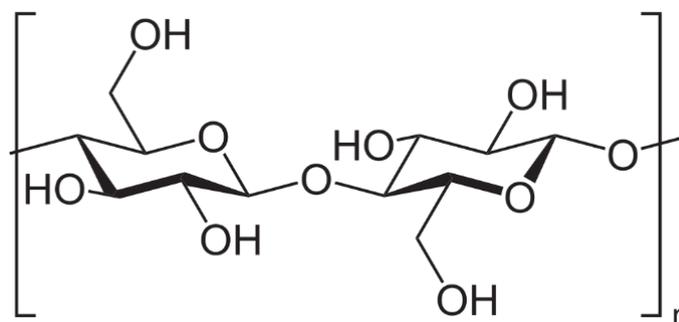
Natrium hidroksida (NaOH) juga memiliki sifat kimia diantaranya yaitu bersifat sangat basa dan biasanya digunakan untuk reaksi dengan asam lemah, dimana asam lemah seperti natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) tidak efektif. Natrium hidroksida (NaOH) tidak dapat terbakar meskipun memiliki reaksi dengan metal amfoter seperti aluminium, timah, seng menghasilkan gas nitrogen yang bisa

menimbulkan ledakan. Natrium hidroksida (NaOH) juga digunakan untuk mengendapkan logam berat dan mengontrol keasaman air (Rahmadi, 2018).

### 2.2.3 Selulosa

Selulosa memiliki rumus kimia  $(C_6H_{10}O_5)_n$  merupakan polimer glukosa yang berbentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Struktur yang linier menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut serta tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Selulosa merupakan salah satu komponen dari lignoselulosa yang keberadaannya sangat melimpah di alam. Sedangkan lignoselulosa merupakan komponen organik dari berasal alam yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin untuk membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Olievera *et al.*, 2016).

Selulosa rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, serta lebih tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh panas dan bahan kimia maupun pengaruh biologis. Menurut Harsini & Susilowati, (2000), sifat-sifat selulosa diantaranya yaitu memiliki kekuatan tarik yang tinggi; mampu membentuk jaringan; tidak mudah larut dalam air, alkali dan pelarut organik; relatif tidak berwarna dan memiliki kemampuan mengikat yang lebih kuat.



**Gambar 2.2** Struktur Kimia Selulosa

(Sumber : Yannasandy *et al.*, 2017)

Kandungan selulosa murni dapat diperoleh dengan melakukan proses delignifikasi yang berguna untuk menghilangkan kandungan selain selulosa, yaitu lignin dan hemiselulosa (Rohman, 2020). Delignifikasi merupakan salah satu

proses yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan lignin dalam berbagai bahan organik (Yogaswara *et al.*, 2017). Gugus fungsional yang terdapat dalam rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang menentukan juga sifat fisika dan kimia selulosa. Berikut tabel 2.2 menunjukkan bilangan gelombang dan gugus fungsi pada selulosa murni.

**Tabel 2.2** Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Selulosa Murni

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Selulosa Murni ( $\text{cm}^{-1}$ )
O - H <i>Stretch</i>	3750 - 3000	3350
C - H <i>Stretch</i>	3000 - 2700	2800
CH <sub>2</sub> <i>Bend</i>	1475 - 1300	1431
C - H <i>Bend</i>	1300 - 1000	1300
C - O <i>Stretch</i>	1050 - 1000	1035

(Sumber : Husni *et al.*, 2018)

#### 2.2.4 Selulosa Asetat

Selulosa asetat berasal dari bahan mentah berupa selulosa. Selulosa asetat merupakan selulosa yang gugus hidroksilnya digantikan oleh gugus asetil, berbentuk padatan putih, tak berasa, tak beracun dan tak berbau. Selulosa asetat memiliki nilai komersial yang cukup tinggi dan *biodegradable* yang biasanya dimanfaatkan sebagai serat untuk tekstil, filter rokok, plastik, film fotografi, dan membran. Apabila dibandingkan dengan selulosa nitrat, maka selulosa asetat memiliki karakteristik fisik yang lebih baik dan tidak mudah terbakar. Selulosa asetat memiliki struktur asimetrik dengan lapisan aktif yang sangat tipis dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan membran, hal ini dikarenakan dapat menahan bahan terlarut pada lapisan pendukung yang kasar, tahan terhadap terjadinya pengendapan, menghasilkan keseimbangan sifat hidrofilik dan hidrofobik. Sifat-sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusi yang memiliki peran terhadap kecocokan dengan penggunaannya. Berikut ini tabel 2.3

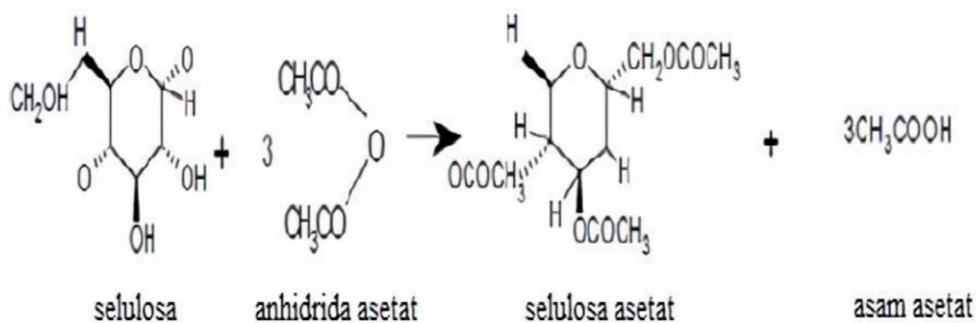
mengenai kandungan asetil dalam selulosa asetat dan kegunaannya (Gaol *et al.*, 2013).

**Tabel 2.3** Kandungan Asetil dalam Selulosa Asetat dan Kegunaannya

Kandungan asetil (%)	Derajat substitusi	Penggunaan
13 - 18,6	0,6 – 0,9	-
22,2 – 32,2	1,2 – 1,9	Plastik, cat laker
36,5 – 42,2	2,0 – 2,8	Benang, film topografi, membran
43 – 44,8	2,8 – 3,9	Kain, pembungkus benang

(Sumber : Gaol *et al.*, 2013)

Berdasarkan SNI 06-2115-1991 menyebutkan bahwa selulosa asetat adalah selulosa yang berupa gugusan hidroksilnya diganti oleh gugus asetil (-OCCH<sub>3</sub>) dengan rumus kimia [C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>(CH<sub>3</sub>COO)<sub>3</sub>]<sub>x</sub> berbentuk padatan putih, tak beracun, tak berasa, tak berbau, untuk pembuatan serat. Selulosa asetat diproduksi dengan kandungan asetil 39% - 40%. Selulosa asetat memiliki sifat kimia yang dapat larut dalam *acetone*, *dimetilformamida* (DMF), *dioksantetrahydrofuran* (THF), asam asetat, *dimetilsulfoksida* (DMSO), *dimetilasetamida* (DMAc) (Seto & Sari, 2013). Berikut ini gambar 2.3 menunjukkan struktur kimia selulosa asetat.



**Gambar 2.3** Reaksi Pembentukan Selulosa Asetat

(Sumber : Yannasandy *et al.*, 2017)

Struktur kimia selulosa asetat tersusun oleh gugus fungsi C-O, O-H, C-H, dan C=O. Gugus asetil merupakan sebuah moitas dalam kelompok gugus asil yang memiliki rumus CH<sub>3</sub>CO. Berikut ini adalah tabel 2.4 menunjukkan bilangan gelombang dan gugus fungsi pada selulosa asetat.

**Tabel 2.4** Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi Selulosa Asetat

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Selulosa Asetat Komersial (cm <sup>-1</sup> )
O - H <i>Strectch</i>	3750 - 3000	3486,97
C - H <i>Strectch</i>	3000 - 2700	2960,38
CH <sub>2</sub> <i>Bend</i>	1475 - 1300	-
C - H <i>Bend</i>	1300 - 1000	1383,89
C - O <i>Strectch</i>	1050 - 1000	-

(Sumber : Husni et al., 2018)

## 2.2.5 Membran

Membran berasal dari bahasa latin “*membrana*” yang artinya kulit kertas. Membran merupakan selaput, kulit tipis, lembaran bahan tipis fleksibel atau film, yang berfungsi sebagai pemisah selektif antara dua fase dan bersifat semipermeabel. Berdasarkan asalnya membran dibagi menjadi membran alami dan sintetik. Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat. Sedangkan contoh membran sintetik seperti poliamida, polisulfon dan polikarbonat (Wenten, 2000).

### 2.2.5.1 Jenis Membran Berdasarkan Fungsinya

Membran berdasarkan fungsinya terbagi menjadi empat jenis, diantaranya yaitu membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, dan *reverse osmosis* (Mulder, 1996). Berikut ini adalah tabel 2.5 mengenai jenis membran berdasarkan fungsinya.

**Tabel 2.5** Jenis Membran Berdasarkan Fungsinya

No.	Jenis Membran	Ukuran Pori	Tekanan	Fungsi
1.	Mikrofiltrasi	0,05-10 $\mu\text{m}$	1-2 bar	Memisahkan suspensi dan koloid
2.	Ultrafiltrasi	0,001-0,05 $\mu\text{m}$	2-5 bar	Memisahkan makromolekul
3.	Nanofiltrasi	< 2,0 $\mu\text{m}$	5-15 bar	Memisahkan komponen terlarut yang mempunyai berat molekul rendah
4.	<i>Reverse Osmosis</i>	<1,0 $\mu\text{m}$	15-100 bar	Memisahkan komponen terlarut

(Sumber : Novianti, 2013)

#### 2.2.5.2 Metode Pembuatan Membran

Membran berasal dari bahan organik yang berupa polimer maupun anorganik seperti keramik, logam dan gelas. Berikut ini adalah teknik-teknik pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template leaching*, pelapisan (*coating*), dan inversi fasa (Wenten, 2000).

##### 1) *Sintering*

*Sintering* merupakan teknik pembuatan membran yang sangat sederhana, dapat dilakukan pada bahan anorganik maupun organik. Bubuk dengan ukuran tertentu dikompresi dan disintering pada temperatur tinggi. Selama proses sintering berlangsung, maka antar muka antara partikel yang berkontak hilang membentuk pori. Teknik ini menghasilkan membran dengan ukuran pori 0,1 sampai 10  $\mu\text{m}$ .

##### 2) *Stretching*

*Stretching* merupakan suatu metode pembuatan membran dimana film yang telah diekstrusi atau *foil* yang dibuat dari bahan polimer semi kristalin tersebut ditarik searah dengan proses ekstruksi sehingga molekul-molekul kristalnya akan terletak paralel antara satu sama lain. Apabila stress mekanik diaplikasikan, maka

akan terjadi pemutusan dan pembentukan struktur pori yang berukuran 0,1 sampai 0,3  $\mu\text{m}$ .

### **3) *Track-Etching***

*Track-Etching* merupakan metode pembuatan membran dimana film atau *foil* ditembak oleh partikel radiasi berenergi tinggi yang tegak lurus ke arah film. Partikel tersebut akan merusak matriks polimer dan membentuk suatu lintasan. Film kemudian dimasukkan ke dalam bak asam atau basa dan matriks polimer akan membentuk goresan di sepanjang lintasan membentuk pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit.

### **4) *Template-Leaching***

*Template-Leaching* merupakan salah satu teknik pembuatan membran dengan cara melepaskan salah satu komponen (*leaching*). Membran gelas berpori dapat dibuat dengan menggunakan cara ini.

### **5) *Inversi fasa***

Inversi fasa merupakan salah satu teknik pembuatan membran dengan cara pengubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pemadatan (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Pada tahap tertentu selama proses *demixing*, salah satu fasa cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga akan terbentuk matriks padat.

## **2.2.6 Membran Selulosa Asetat**

Membran selulosa asetat merupakan membrane organik yang tersusun dari bahan dasar polimer selulosa asetat, biasanya menggunakan pelarut aseton dan bahan aditif. Fungsi penambahan bahan aditif pada membran selulosa asetat untuk mengontrol jumlah dan ukuran pori membran. Bahan aditif akan menaikkan kekuatan pelarut untuk melarutkan selulosa asetat. Membran selulosa asetat memiliki pori asimetris, hal dikarenakan permukaan membran pada bagian atas memiliki struktur pori lebih kecil sedangkan permukaan bagian bawahnya memiliki struktur pori yang lebih besar (Mulder, 1996).

### **2.2.7 Polietilen Glikol (PEG)**

Pemlastis merupakan bahan aditif yang ditambahkan kedalam bahan polimer bertujuan untuk meningkatkan kelunakan, kelenturan, dan pemanjangan polimer. Salah satu jenis pemlastis adalah polietilen glikol (PEG). Polietilen glikol (PEG) termasuk kedalam golongan polimer sintesis, memiliki kelarutan yang baik dalam air dan kesamaan secara struktur kimia karena adanya gugus hidroksil primer pada ujung rantai polieter yang mengandung oksietilen (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-). Polietilen Glikol (PEG) memiliki sifat stabil, mudah larut dalam air hangat, tidak beracun, non-korosif, tidak berbau, tidak berwarna, memiliki titik lebur yang sangat tinggi 304,44°C atau 580°F, tersebar merata, higroskopik (mudah menguap) dan dapat mengikat pigmen (Apriani *et al.*, 2017).

Polietilen glikol (PEG) memiliki kepadatan yang sangat dipengaruhi oleh bobot molekul. Polietilen glikol dengan bobot molekul 200-600 (PEG 200-600) berbentuk cair, PEG 1500 berbentuk semi padat, PEG 3000-20000 berbentuk padatan semi kristalin, dan PEG dengan bobot molekul lebih besar dari 100000 berbentuk seperti resin pada suhu kamar. Polietilen glikol (PEG) dapat larut dalam aseton, diklorometan, etanol dan metanol, tetapi agak sukar larut dalam hidrokarbon alifatik dan eter, tidak larut dalam lemak, campuran minyak dan minyak mineral. Polietilen glikol (PEG) digunakan sebagai pemlastis dalam pembuatan membran. Semakin kecil konsentrasi polietilen glikol (PEG) yang ditambahkan pada larutan membran, maka struktur permukaan membran yang dihasilkan cenderung lebih rapat dan halus. Polietilen glikol (PEG) dipilih karena biayanya yang rendah dan biokompatibilitas yang baik serta dapat menjadi agen pembentuk pori pada membran (Vinodhini *et al.*, 2017).

### **2.2.8 Fourier Transform Infra-Red (FTIR)**

*Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi berdasarkan ikatan yang terdapat dalam senyawa, dimana perbedaan gugus fungsi suatu senyawa akan memberikan pola serapan spesifik dengan spektrum yang berbeda satu dengan lainnya (Silitonga *et al.*, 2019). Berikut ini gambar 2.4 menunjukkan instrumentasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR).



**Gambar 2.4** Instrumentasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Instrumentasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) memiliki prinsip kerja interaksi antara materi dan energi. Ketika *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) digunakan untuk menganalisis sampel, inframerah akan melewati celah ke sampel yang berfungsi sebagai pengontrol jumlah energi yang akan diberikan kepada sampel. Kemudian, sampel akan menyerap beberapa inframerah yang masuk, dan inframerah yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar inframerah bisa lolos hingga ke detektor. Sinyal yang terukur, kemudian dikirim ke komputer dan direkam dalam bentuk puncak-puncak yang ditunjukkan dalam bentuk bilangan gelombang.

### **2.2.9 Scanning Electron Microscope (SEM)**

*Scanning Electron Microscope* (SEM) merupakan sebuah mikroskop dengan pemfokusan pancaran tinggi elektron (*electron beam*) pada sebuah permukaan untuk melakukan pemindaian (*scanning*) terhadap permukaan material. Prinsip kerja SEM adalah berinteraksi dengan atom-atom pada sampel. Hasil interaksi akan dihasilkan elektron pantulan yang menghasilkan sinyal berisi informasi tentang topografi, morfologi dan komposisi permukaan material. Pemindaian (*scanning*) SEM menghasilkan gambar 3 dimensi dari permukaan sampel yang dipindai. Instrumentasi SEM juga dilengkapi dengan *Energy Dispersive Spectrometer* (EDX), sehingga dapat mendeteksi komponen atau unsur yang terdapat pada sampel. Berikut ini gambar 2.5 menunjukkan instrumentasi *Scanning Electron Microscope* (SEM).



**Gambar 2.5** Instrumentasi *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Penggunaan instrumentasi SEM banyak digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari biologi hingga teknik material dengan resolusi hingga 1 nm dan perbesaran 1.000.000x. Berikut ini adalah fungsi dari instrumentasi SEM :

- a) Topografi merupakan sebuah studi yang mempelajari relief permukaan berupa *image* tiga dimensi.
- b) Morfologi, instrumentasi SEM memindai morfologi permukaan sampel yang terdiri dari bentuk dan ukuran dari komponen penyusun objek (misalnya *grain*, *grain boundary*, pori dan *defect*).
- c) Komposisi, instrumentasi SEM dapat menganalisis komposisi spot atau keseluruhan sampel yang dipindai yang meliputi data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung dalam objek.

### **2.3 Hipotesis**

Adapun dugaan sementara yang muncul dalam penelitian ini antara lain :

1. Pelarut natrium hidroksida (NaOH) terbaik dalam proses delignifikasi sebesar 1% akan menghasilkan kadar selulosa sebesar  $\geq 50\%$  yang akan digunakan untuk bahan baku pembuatan selulosa asetat kulit pisang kepok.
2. Waktu asetilasi terbaik selama 2 jam akan menghasilkan kadar selulosa asetat berkisar antara 36,5-42,2% dan derajat substitusi (DS) berkisar 2,0-2,8 yang akan digunakan untuk bahan baku pembuatan membran selulosa asetat kulit pisang kepok.

3. Volume PEG 600 yang terbaik dalam pembuatan membran selulosa asetat kulit pisang kepok sebesar 4 ml akan menghasilkan karakteristik struktur permukaan membran yang berpori dan termasuk jenis membran mikrofiltrasi.