

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian (Widayanti, 2013) yang berjudul Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format, menghasilkan kesimpulan bahwa harga maksimum densitas membran selulosa asetat diperoleh ketika komposisi aseton dan asam format 6/9 yaitu 0,398 gram/cm³ dan harga densitas yang terendah pada 9/6 mol yaitu 0,231 gram/cm³. Lalu harga maksimum fluks diperoleh ketika komposisi 9/6 mol dan harga terendah diperoleh ketika komposisinya 6/9 mol. Hal serupa juga terjadi pada nilai permeabilitas membran yang dihasilkan.

Selulosa pada khususnya berpotensi besar sebagai bahan alternatif material membran ataupun bentuk turunannya seperti selulosa asetat. Tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) mengandung selulosa sebesar 50-60% (Yunisa *et al.*, 2017). Selulosa asetat dihasilkan dari tahap sintesis selulosa asetat menggunakan asam asetat glasial, asam sulfat, dan asam asetat anhidrat. Asam asetat glasial berfungsi sebagai *pretreatment agent* yang bertujuan untuk mengembungkan serat-serat selulosa agar lebih terbuka sehingga dapat mempercepat reaksi asetilasi. Berdasarkan penelitian (Lismeri *et al.*, 2016) yang berjudul Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Batang Ubi Kayu menyimpulkan bahwa kandungan selulosa pada limbah ubi kayu dapat digunakan lebih lanjut sebagai bahan baku membran dengan sintesis selulosa asetat.

Selulosa asetat diaplikasikan pada pembuatan membran dengan menambahkan pemlastis dengan tujuan meningkatkan elastisitas membran. Penambahan pemlastis PEG perlu dilakukan karena membran selulosa asetat yang dihasilkan tanpa pemlastis sangat rapuh sehingga tidak dapat dikelupas dari cetakan (Bahmid *et al.*, 2014). Pada Penelitian (Husni *et al.*, 2018) yang berjudul Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang, menghasilkan kesimpulan bahwa konsentrasi zat pemlastis terhadap selulosa asetat dari selulosa

pelepah pohon pisang yang menghasilkan karakteristik membran terbaik adalah zat pemlastis 8% dengan kuat tarik 20,29 Mpa dan Elongasi sebesar 3%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Tungkup, 2021) dengan judul Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dari Bahan Pelepah Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Variasi Penambahan Polietilen Glikol (PEG) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi polietilen glikol (PEG) akan menghasilkan peningkatan pada ketebalan membran. Dan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi) menunjukkan peningkatan konsentrasi polietilen glikol (PEG) akan mengalami penurunan kuat tarik dan persentasi elongasi membran.

Membran dapat berfungsi sebagai penghalang tipis yang sangat selektif di antara dua fase dan hanya dapat melewatkan komponen tertentu dan melewatkan komponen lain dari suatu aliran fluida yang dilewatkan melalui membran. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ilmah,2013) dengan judul Sintesis Membran Penyaring Logam Berat Timbal (Pb) di Udara Berbasis Selulosa Asetat dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) menjelaskan bahwa membran selulosa asetat yang mempunyai pori-pori yang paling rapat lebih efektif dalam menyerap Pb.

Adapun perbandingan penelitian terdahulu pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1	(Tungkup, 2021)	Mengetahui pengaruh penambahan polietilen glikol (PEG) pada membran selulosa asetat dari pelepah kelapa terhadap	Pengaruh penambahan polietilen glikol (PEG) sebagai aditif terhadap sifat fisik (ketebalan) pada membran SA/PEG menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PEG, menghasilkan ketebalan membran yang	Bahan baku yang digunakan yaitu hasil dari proses isolasi selulosa serat tanaman lidah mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>) dan tujuan penambahan PEG dalam penelitian ini sebagai zat

		sifat fisik dan sifat mekaniknya.	meningkat. Dan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi) menunjukkan peningkatan konsentrasi PEG menghasilkan kuat tarik dan persentasi elongasi yang mengalami penurunan.	pemlastis dalam pembentukan membran SA terhadap sifat fisik dan morfologi membran tersebut.
2	(Husni et al., 2018)	Mengetahui penambahan zat pemlastis pada pembuatan membran selulosa asetat dari selulosa pelepah pohon pisang.	Konsentrasi zat pemlastis terhadap selulosa asetat dari selulosa pelepah pohon pisang yang menghasilkan karakteristik membran terbaik adalah zat pemlastis 8% dengan kuat tarik 20,29 Mpa dan Elongasi sebesar 3%.	Bahan baku yang digunakan yaitu hasil dari proses isolasi selulosa serat tanaman lidah mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>), zat pemlastis yang digunakan yaitu polietilen glikol (PEG) dan karakteristik sifat fisik, gugus fungsi dan morfologi membran SA sebagai pereduksi CO.
3	(Lismeri et al., 2016)	Memanfaatkan limbah batang ubi kayu yang akan dijadikan sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat.	Kadar asetil selulosa asetat dari serat batang ubi kayu yang dihasilkan yaitu sebesar 41,01%, dan dikategorikan sebagai selulosa diasetat. Oleh karena itu, hasil selulosa asetat pada penelitian ini dapat digunakan lebih	Bahan baku yang digunakan yaitu hasil dari proses isolasi selulosa dari serat tanaman lidah mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>) dan tidak menguji kadar asetil.

			lanjut sebagai bahan baku pembuatan benang, film topografi, dan membran.	
4	(Widayanti, 2013)	Mempelajari pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap densitas, karakterisasi kinerja membran.	Harga maksimum densitas membran selulosa asetat diperoleh ketika komposisi aseton dan asam format 6/9 yaitu 0,398 gram/cm ³ dan harga densitas yang terendah pada 9/6 mol yaitu 0,231 gram/cm ³ . Harga maksimum fluks diperoleh ketika komposisi 9/6 mol dan harga terendah diperoleh ketika komposisinya 6/9 mol. Hal serupa juga terjadi pada nilai permeabilitas membran yang dihasilkan.	Karakteristik yang akan diujikan yaitu uji ketebalan membran selulosa asetat (SA). Selain itu, penggunaan jenis zat pemlastisnya yaitu polietilen glikol (PEG).
	(Ilmah, 2013)	Membuat membran selulosa asetat dari eceng gondok sebagai penyaring logam berat timbal (Pb) di udara.	Sintesis membran selulosa asetat dari eceng gondok mampu mengurangi logam berat Pb dalam senyawa PbCO ₃ pada uji emisi gas buangan kendaraan bermotor dengan persentase emisi Pb terabsorpsi paling baik adalah 0,714%. Membran selulosa asetat pada	Bahan baku yang digunakan yaitu hasil dari proses isolasi selulosa dari serat tanaman lidah mertua (<i>Sansiviera trifasciata</i>), penggunaan jenis zat pemlastisnya yaitu polietilen glikol (PEG) dan mereduksi polutan CO dari asap rokok.

			komposisi 16% Ca dan 76% aseton mempunyai pori-pori yang paling rapat sehingga lebih efektif dalam menyerap Pb.	
--	--	--	---	--

2.2. Teori-teori yang Relevan

2.2.1. Pencemaran Udara

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkan zat, energi atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat yang menyebabkan udara ambien tidak memenuhi fungsinya. Dampak perubahan kualitas udara akan menyebabkan timbulnya beberapa dampak lanjutan, baik terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya (Satra *et al*, 2016).

Terdapat dua jenis sumber pencemaran udara, yang pertama adalah pencemaran akibat sumber alamiah (*natural sources*) seperti letusan gunung berapi dan yang kedua berasal dari kegiatan manusia (*anthropogenic sources*) seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, seperti di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran seperti ini sering disebut dengan pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Sedangkan pencemaran di luar ruangan (*outdoor pollution*) berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup (Simandjuntak, 2013).

Secara umum parameter yang digunakan untuk mendeteksi pencemaran udara dengan mengetahui atau meneliti suatu daerah tersebut mengalami pencemaran udara atau tidak. Parameter yang biasa digunakan adalah dengan mendeteksi adanya gas-gas beracun dan kandungan logam kimia dalam udara, misalnya timbal (Pb), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) (Suhartati, 2012).

2.2.1.1 Karbon monoksida

Karbon monoksida merupakan suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa hasil dari pembakaran yang tidak sempurna dari suatu material (Manurung *et al*, 2018). Gas karbon monoksida (CO) sebagian besar berasal dari pembakaran bahan fosil, berupa gas buangan kendaraan bermotor, kegiatan industri, dan juga dari asap rokok. Senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya terhadap manusia, karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin (Dharmawan dan Susanti, 2012). Paparan udara dengan gas CO dapat mengakibatkan keracunan sistem saraf pusat dan jantung. Keracunan ini terjadi jika paparan gas CO melampaui batas dari yang bisa di toleransi tubuh, yaitu lebih dari 250 ppm (Rezki, 2012).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang ada pada Lampiran VII mengenai baku mutu karbon monoksida (CO) di udara dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Baku Mutu Karbon monoksida (CO)

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	
		Satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Satuan ppm (<i>part per millions</i>)
Karbon monoksida (CO)	1 Jam	10.000	409

Sumber : Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

2.2.1.2 Asap Rokok

Rokok merupakan hasil olahan dari tembakau yang dibungkus. Tembakau dihasilkan dari tanaman *Nicotiana Tabacum*, *Nicotiana Ristica* dan jenis lainnya yang di dalamnya mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan. Sedangkan, asap rokok yaitu asap yang dihasilkan dari pembakaran rokok. Asap rokok terdiri dari asap utama dan asap sampingan. Asap utama yaitu asap yang dihirup ke dalam paru-paru perokok, sedangkan asap sampingan yaitu asap rokok yang berasal dari ujung rokok yang terbakar. Asap utama mengandung 25% zat

berbahaya dan asap sampingan mengandung 75% zat berbahaya. Sehingga perokok pasif menghirup 3 kali lipat zat berbahaya dibandingkan perokok aktif.

Asap rokok membawa bahaya dari sejumlah kandungan tembakau dan juga dari hasil pembakarannya. Sekitar 60% asap rokok terdiri dari gas dan uap, diantaranya terdapat karbon monoksida, *nitric acid*, *hydrocyanic acid*, nitrogen dioksida *fluorocarbon*, *acetaldehida*, aseton, *achrolein*, *arsenic*, ammonia, cadmium, formaldehid, butane, *oxides of nitrogen*, *naphtaline*, *nitrosamines*, *methanol*, *hydrazine*, benzena, *vinyl chloride*, *phenol* (Novitasari, 2017).

2.2.2. Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Tanaman lidah mertua memiliki istilah atau nama lain yang disebut *Sansevieria trifasciata*. Lidah mertua merupakan tanaman hias yang cukup populer sebagai penghias bagian dalam rumah karena tanaman ini memiliki warna yang menarik, bentuk yang unik dan relatif mudah dalam proses perawatannya (Yunisa *et al.*, 2017).

Selain itu, tanaman lidah mertua juga memiliki keistimewaan menyerap bahan beracun, seperti karbon monoksida, karbon dioksida, *benzene*, *formaldehyde*, dan *trichloroethylene*. Lidah mertua memiliki kemampuan menyerap zat polutan berbahaya dikarenakan lidah mertua memiliki bahan aktif *pregnane glikoside*, yang berfungsi untuk mereduksi polutan menjadi asam organik, gula dan asam amino, yang tidak berbahaya bagi manusia (Dewi *et al*, 2012).



Sumber : Ramdhani, 2019

Gambar 2.1 Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

2.2.1.1 Klasifikasi Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Adapun klasifikasi tanaman lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) yaitu:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Sub-kelas	: <i>Lilidae</i>
Ordo	: <i>Liliales</i>
Famili	: <i>Agavaceae</i>
Genus	: <i>Sansevieria</i>
Jenis	: <i>Sansevieria trifasciata</i> (Nurchahyo <i>et al</i> , 2012).

2.2.1.2 Kandungan Kimia Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Sudah sejak lama tanaman lidah mertua diketahui mampu mereduksi zat pencemar. Lidah mertua mengandung bahan aktif *pregnane glikoside* yang dapat menguraikan zat pencemar termasuk karbon monoksida. Proses yang disebut *metabolic breackdown* (penangkapan dan pemecahan) saat polutan diserap dan dihancurkan lalu menjadikannya asam organik, gula dan beberapa asam amino juga terdapat pada tanaman ini. Persentase komposisi kandungan tanaman lidah mertua secara jelas disajikan pada tabel 2.3 dibawah ini:

Table 2.3 Kandungan Kimia Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)

Komposisi Kimia	Persentase (%)
Selulosa	50 – 60
Lignin	5 – 10
Rucogenin	1 - 2,5
4-0 methyl glucoronic acid	3 – 5
Beta siti sterol	2 – 5
d-xylose	0,1 - 1
n butyl 4 OL propylphthalate	1 – 5
Neoruscogenin	0,1 - 1
Sansevergenin	4 – 7
Pregnane glikosid	1 – 4

Sumber: Apsari, 2017

2.2.3. Membran

Membran berasal dari bahasa Latin *membrana* yang berarti kulit kertas. Membran merupakan suatu media berpori, yang berbentuk film tipis dan bersifat semipermeabel yang memiliki fungsi untuk memisahkan variabel partikel dengan ukuran molekuler (spesi) tertentu dalam suatu sistem larutan. Spesi yang lebih besar dari ukuran pori membran akan tertahan sedangkan yang lebih kecil dari pori membran akan lolos menembus pori membran (Elfiana *et al*, 2019). Membran berperan memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang memiliki ukuran lebih besar dari pori-pori membran serta melewatkan komponen yang berukuran lebih kecil (Nugroho, 2014).

Teknologi dengan filter membran ini memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan teknologi pemisahan lainnya, sebagai berikut :

- a. Proses pemisahan dapat dilakukan secara berkesinambungan (*continuous*)
- b. Energi yang digunakan umumnya rendah
- c. Bisa dipadukan dengan teknologi pemisahan lain (*hybrid*)
- d. Dioperasikan pada kondisi sedang (bukan pada tekanan dan suhu tinggi)
- e. Mudah dalam memodifikasi
- f. Mudah dilakukan *up-scaling*
- g. Hemat dalam penggunaan bahan aditif
- h. Dapat digunakan pada senyawa bersuhu tinggi
- i. Tidak menimbulkan limbah (Zanna, 2018).

Namun dalam pengoperasiannya memiliki beberapa kelemahan yang harus diperhatikan antara lain :

- a) Kisaran suhu sangat sempit (biasanya dioperasikan pada suhu $\leq 30^{\circ}\text{C}$)
- b) Kisaran pH rendah (biasanya antara 3-6)
- c) Pada waktu pencucian perlu memperhatikan pH larutan pencuci yang biasanya bersifat asam
- d) Penyumbatan atau *fouling*
- e) Umur membran yang singkat (bertahan hingga 2 tahun jika pH 6 dan bertahan hingga 4 tahun jika digunakan pada pH 4-5)
- f) Selektivitas yang rendah (Probowisnu, 2017).

2.2.3.1 Membran Berdasarkan Strukturnya

Berdasarkan strukturnya, membran dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Membran tidak berpori.

Membran tidak berpori adalah lapisan tipis polimer padat yang membentuk sebuah fase berkelanjutan. Ini biasanya digunakan dalam proses pemisahan molekul kecil dalam fase gas atau cair.

2. Membran berpori.

Membran berpori terdiri dari fase *co-kontiniu* polimer dan rongga interkoneksi yang berfungsi sebagai jalur transportasi. Membran berpori digunakan dalam pemisahan partikel koloid padat dan molekul besar dan sel dari umpan dan dalam aplikasi mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan dialisis. Sesuai prosedur persiapan, void ukuran dan distribusi dapat dibedakan sebagai berpori halus, berpori mikro dan makropori. Istilah ultragel (ukuran pori 0,1-0,5 mm) dan mikrogel (pori-pori ukuran 1–2 mm) digunakan untuk membedakan membran (Mulder, 1996).

3. *Carrier* Membran (membran pembawa).

Mekanisme perpindahan massa pada membran jenis ini tidak ditentukan oleh membran (atau material dari membran) tetapi ditentukan oleh molekul pembawa yang spesifik yang memudahkan perpindahan spesifik terjadi. Ada dua konsep mekanisme perpindahan dari membran jenis ini yaitu : *carrier* tidak bergerak di dalam matriks membran atau *carrier* bergerak ketika dilarutkan dalam suatu cairan (Widayanti, 2013).

2.2.3.2 Membran Berdasarkan Proses Pemisahannya

Berdasarkan proses pemisahannya, membran dapat diklasifikasikan menjadi empat proses, yaitu:

1. Mikrofiltrasi (MF).

Membran mikrofiltrasi dapat memisahkan partikel dengan ukuran 0,025-10 μm dengan tekanan hingga 2 bar. Mikrofiltrasi sering digunakan pada industri pangan untuk pemisahan bakteri dari produk pangan, pengolahan air limbah perkotaan, proses akhir pengolahan limbah logam berat, pemisahan emulsi

minyak air, dan untuk pemisahan pengotor pada cairan pelumas (Sampurna,2015).

2. Ultrafiltrasi (UF).

Proses ultrafiltrasi berada di antara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 0,05 μm sampai 1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan membran porous, dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap ukuran pori membran. Ukuran yang dapat ditahan oleh membran ultrafiltrasi berkisar antara 103 -108 Dalton (Novianti, 2013).

3. Nanofiltrasi (NF).

Membran nanofiltrasi dapat memisahkan partikel dengan ukuran 0,2-1 kDa dengan tekanan 2 hingga 25 bar. Membran ini sering digunakan pada pemisahan mikropolutan dalam air, pemisahan zat-zat karsinogenik dalam air, pemisahan kerak dalam air sadah, dan desalinasi air payau (Sampurna,2015).

4. Reverse Osmosis (RF).

Proses ini umumnya digunakan untuk memisahkan bahan yang mempunyai berat molekul rendah atau bahan-bahan organik dari larutan, contohnya 10 proses desalinasi air laut. Pori membran yang digunakan sangat kecil mendekati dense, maka mekanisme pemisahan yang terjadi tidak berdasarkan ukuran molekul tetapi lebih berdasarkan pada solution-diffusion. Hal inilah yang membedakan dengan proses makrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Umumnya besar tekanan yang diterapkan minimal 3 kali lipat dengan tekanan osmosis larutan (Novianti, 2013).

Perbandingan 4 proses diatas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Klasifikasi membran berdasarkan prosesnya.

Proses	Ukuran Pori	Penggerak
Mikrofiltrasi	0,05-10 μm	Tekanan, 1-2 bar
Ultrafiltrasi	0,001-0,05 μm	Tekanan, 2-5 bar
Nanofiltrasi	<2,0 μm	Tekanan, 5-15 bar
<i>Reverse Osmosis</i>	<1,0 μm	Tekanan, 15-100 bar

Sumber: Novianti, 2013.

2.2.4. Material Membran

Pemilihan polimer sebagai bahan baku membran dilakukan berdasarkan faktor strukturalnya. Faktor struktural ini akan menentukan sifat termal, kimia, dan mekanik. Masing-masing faktor tersebut akan mempengaruhi sifat intrinsik polimer, yaitu permeabilitas (Mulder, 1996). Semua polimer pada dasarnya dapat digunakan sebagai material membran, tetapi karena perbedaan sifat fisik dan kimia yang sedemikian banyaknya sehingga jumlahnya hanya dibatasi untuk penggunaan praktis.

2.2.5. Selulosa Asetat

Selulosa asetat dengan rumus molekul $[C_6H_7O_2(CH_3COO)_3]_{3x}$ merupakan suatu senyawa ester dari asam asetat dan selulosa yang berbentuk padatan putih, tidak berasa dan tidak berbau yang diperoleh dari mereaksikan selulosa dengan asam asetat anhidrida dengan bantuan asam sulfat sebagai katalis (Seto, 2013). Asam sulfat merupakan contoh katalis yang bisa ditambahkan pada pembuatan selulosa asetat. Katalis lain yang bisa ditambahkan antara lain, asam perklorat dan zink klorida. Selulosa dapat dibentuk menjadi selulosa monoasetat, diasetat, ataupun triasetat, karena mempunyai tiga gugus hidroksil per residu anhidroglukosa (Analda & Latupeirissa, 2018).

2.2.5.1 Sintesis Membran Selulosa

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), “Sintesis” adalah sebuah reaksi kimia antara dua atau lebih zat dengan membentuk suatu zat baru. Sintesis selulosa asetat dilakukan melalui proses aktivasi, asetilasi dan proses . Larutan yang digunakan dalam proses ini merupakan larutan asam kuat.

Proses awal sintesis membran selulosa dilakukan dengan proses *swelling-up* (penggembungan). *Swelling-up* bertujuan untuk menggembungkan serat-serat selulosa agar lebih terbuka, sehingga mudah bereaksi dengan senyawa kimia selanjutnya (Fitriyano *et al.*, 2016). Pada proses sintesis membran selulosa penambahan katalisator dibutuhkan untuk mempercepat laju reaksi dan menambah muatan ion sehingga menurunkan energi aktivasi reaksi.

Proses inti dalam sintesis selulosa asetat yaitu asetilasi. Proses asetilasi bertujuan untuk memproduksi selulosa asetat. Larutan untuk asetilasi ini diperoleh dari pemanasan dan pengadukan selulosa dengan menambahkan campuran asetat anhidrid sekitar 5-10% (Mc.Ketta, 1982). Pada proses asetilasi ini, kebanyakan dari gugus hidroksil digantikan oleh gugus asetil.

Perlakuan terakhir dari sintesis selulosa asetat yaitu dengan proses hidrolisis. Hidrolisis merupakan proses pemecahan molekul dengan air (*Safitri et al.*, 2016). Proses hidrolisis terjadi pelepasan proton secara bertahap hingga diperoleh selulosa asetat.

2.2.6. Gugus Fungsi Selulosa Asetat

Gugus fungsi membran selulosa asetat yang dihasilkan pada penelitian ini dianalisa menggunakan alat Spektroskopi inframerah atau *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Alat ini digunakan untuk mengetahui keberadaan gugus fungsional pada serbuk selulosa asetat. Uji FTIR dilakukan terhadap setiap sampel membran selulosa asetat dengan variasi komposisi pelarut yang berbeda. Spektrum yang dihasilkan kemudian dianalisis secara kualitatif untuk menginterpretasikan gugus fungsi yang terkandung dalam membran selulosa asetat (*Widayanti, 2018*).



Sumber: Laboratorium Mikroanalisis Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Gambar 2.2 *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*

Prinsip kerja FTIR adalah adanya energi dan materi yang saling berinteraksi. Inframerah yang melewati celah akan berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan pada sampel. Lalu beberapa inframerah diserap oleh sampel dan yang lainnya, lalu di transmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar inframerah lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer.

2.2.7. Teknik Pembuatan Membran

Proses pembuatan membran bertujuan untuk memodifikasi bahan baku tersebut hingga terbentuk struktur membran dengan morfologi yang dibutuhkan untuk proses pemisahan.

2.2.7.1 Inversi Fasa

Inversi fasa merupakan proses dimana sebuah polimer dirubah dari fasa cair ke fasa padat melalui mekanisme pengontrolan tertentu. Proses perubahan fasa ini diawali dengan transisi fasa cair pembentukan membran dari satu fasa cair menjadi dua fasa cair (*liquid-liquid demixing*). Salah satu lapisan yang berkonsentrasi tinggi (polimer) akan menjadi padat sedangkan lapisan yang berkonsentrasi rendah (pelarut) akan menguap (Sanjaya *et al.*, 2012).

Metode inversi fasa mencakup berbagai macam teknik pengendapan yaitu (Tungkup, 2021) :

a. Pengendapan dengan penguapan pelarut

Merupakan metode yang paling sederhana. Larutan polimer yang telah dicetak dibiarkan menguap pada suasana inert untuk mengeluarkan uap air, sehingga didapatkan membran homogen yang tebal.

b. Pengendapan fase uap

Pada metode ini, membran dibuat dengan cara meletakkan cetakan film yang terdiri dari polimer dan pelarut pada suasana uap dimana fase uap mengandung uap jenuh nonpelarut dan pelarut yang sama dengan cetakan film. Konsentrasi pelarut yang tinggi di fase uap mencegah penguapan pelarut dari cetakan film. Pembentukan membran terjadi karena difusi dari nonpelarut ke dalam cetakan film. Membran yang terbentuk adalah membran berpori tanpa lapisan atas.

c. Pengendapan dengan penguapan terkendali

Metode ini memanfaatkan perbedaan volatilitas antara pelarut dan nonpelarut. Selama pelarut lebih mudah menguap dari nonpelarut maka perubahan komposisi selama penguapan bergerak ke arah kandungan nonpelarut yang lebih tinggi dan konsentrasi polimer yang lebih tinggi. Membran yang terbentuk adalah membran berkulit.

d. Pengendapan termal

Metode ini membentuk membran dengan cara mendinginkan larutan polimer supaya terjadi pemisahan fase dan penguapan pelarut. Penguapan pelarut sering mengakibatkan terbentuknya membran berkulit untuk mikrofiltrasi. Larutan polimer dengan pelarut tunggal atau campuran lebih diharapkan untuk memudahkan terjadinya pemisahan fasa.

e. Pengendapan imersi

Metode pengendapan imersi adalah metode yang saat ini sering dipakai untuk membuat membran. Larutan polimer dicetak dalam suatu tempat dan dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang mengandung nonpelarut. Membran terbentuk karena pertukaran pelarut dan nonpelarut.

Pada penelitian ini digunakan metode pengendapan dengan penguapan pelarut dikarenakan dengan menggunakan teknik ini dihasilkan struktur dan morfologi membran yang padat dan berpori.

2.2.8. Zat Pemplastis

Pemlastis merupakan bahan tambahan atau zat aditif yang digunakan dalam pembuatan plastik dan ditambahkan ke dalam bahan polimer untuk meningkatkan kelunakan, kelenturan, dan pemanjangan polimer. Pemlastis pada umumnya diproduksi menggunakan bahan baku turunan minyak bumi dan turunan ester (Selviany *et al.*, 2015).

2.2.8.1 Polietilen glikol (PEG)

Polietilen glikol (PEG) merupakan material yang larut dalam air dan bersifat sebagai perekat yang memiliki kelebihan lebih kuat dan tebal daripada plasticizer lainnya. PEG mempunyai kelarutan yang baik dalam air dan kesamaan secara struktur kimia karena adanya gugus hidroksil primer pada ujung rantai polieter yang mengandung oksietilen $H(OCH_2CH_2)_nOH$ sehingga PEG meningkatkan kompatibilitas dan sifat mekanik, mempunyai sifat stabil, tidak beracun, non-korosif, tidak berbau, dan tidak berwarna (Sitompul *et al.*, 2017).

Polietilen glikol (PEG) mengandung gugus alkohol (OH) pada kedua ujungnya. Walaupun gugus OH bukan atom yang stabil tetapi gugus ini mampu membentuk ikatan koordinatan dengan ion logam, memiliki fungsi ganda seperti molekul air kerana dapat menstabilkan dengan saling berinteraksi dan menghasilkan senyawa kompleks yang stabil (Setianingrum, 2011).

Semakin kecil konsentrasi polietilen glikol (PEG) yang ditambahkan pada larutan membran, maka struktur permukaan membran yang dihasilkan cenderung lebih rapat dan halus (Apriani *et al.*, 2017).

2.2.9. Aseton

Aseton merupakan keton yang paling sederhana. Aseton larut dalam berbagai perbandingan dengan air, etanol, dietil eter, dll. Aseton sendiri juga merupakan pelarut yang penting. Pembuatan membran selulosa asetat menggunakan pelarut aseton menghasilkan tipe membran yang mempunyai pori yang rapat. Aseton digunakan untuk membuat plastik, serat, obat-obatan, dan senyawa-senyawa kimia lainnya (Novianti, 2013).

2.2.10. Karakterisasi Membran

Karakterisasi pada membran diklasifikasikan menjadi dua, antara lain sebagai berikut :

1. Sifat Fisik

Karakterisasi sifat fisik pada penelitian ini dilakukan dengan menguji ketebalan membran. Menurut (Mulder, 1996), ketebalan membran dapat mempengaruhi karakterisasi membran filtrasi. Ketebalan membran diukur menggunakan micrometer (ketelitian 0,001 mm) dengan cara menempatkan film di antara rahang micrometer. Untuk setiap sampel yang akan diuji, ketebalan diukur pada tiga titik yang berbeda, kemudian dihitung rata-ratanya (Husni *et al.*, 2018).

2. Morfologi Membran

Morfologi membran selulosa asetat yang dihasilkan pada penelitian ini dianalisa menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat pori-pori

pada permukaan membran selulosa asetat. Membran yang baik untuk digunakan pemisahan gas dan pervaporasi yaitu membrane non-pori yang berupa lapisan tipis dengan ukuran pori kurang dari $0,001 \mu\text{m}$ dan kerapatan pori rendah. Membran ini dapat memisahkan spesi yang memiliki ukuran sangat kecil yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori. Membran non-pori digunakan untuk pemisahan gas dan pervaporasi, jenis membran dapat berupa membran komposit atau membran asimetrik, pemisahannya berdasarkan pada kelarutan dan perbedaaan kecepatan difusi dari partikel (Mulder,1996).

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah alat pembesaran yang menggunakan berkas elektron terfokus untuk mendapatkan informasi topografi, morfologi dan komposisi dengan gambar tiga dimensi beresolusi tinggi (Choundhary *et al.*, 2017).



Sumber: Laboratorium Paleontologi-Sedimentologi & Geodinamik
Teknik Geologi Universitas Jendral Soedirman.

Gambar 2.3 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Prinsip kerja SEM adalah sebagai berikut:

- a. *Electron gun* menghasilkan *electron beam* dari filamen. Pada umumnya *electron gun* yang digunakan adalah tungsten hairpin gun dengan filamen berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan menyebabkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.

- b. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan sampel.
- c. Sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
- d. Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron, baik *Secondary Electron* (SE) atau *Back Scattered Electron* (BSE) dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada monitor CRT (Farikhin, 2016).

2.3. Hipotesis

Adapun dugaan sementara yang dapat diperoleh dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Semakin meningkatnya penambahan polietilen glikol (PEG) maka membran selulosa asetat (SA) akan semakin tebal.
2. Semakin meningkatnya penambahan polietilen glikol (PEG) maka membran selulosa asetat (SA) akan semakin berpori.
3. Semakin meningkatnya penambahan polietilen glikol (PEG) maka waktu penggunaan membran selulosa asetat (SA) akan semakin lama.