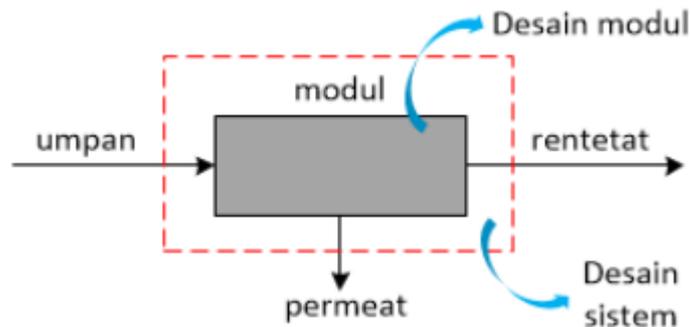


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Membran

Membran merupakan lapisan tipis berbahan organik atau anorganik sintetis yang dapat melakukan pemisahan yang selektif antara suatu fluida dengan komponen-komponennya. Proses pemisahan dapat terjadi berdasarkan konsep filtrasi sederhana yaitu karena selisih ukuran partikel komponen yang akan dipisahkan dengan ukuran pori membran (Arahman, 2017). Membran merupakan suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (feed) dan fasa permeat yang bersifat sebagai penghalang (barrier) terhadap suatu spesi tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Membran bersifat semipermeabel, berarti membran dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan (Elma, 2016).



Gambar 2.1 Ilustrasi Skematik Ruang Lingkup Desain Proses Membran  
(Wenten dkk., 2014)

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Filtrasi dengan menggunakan membran berfungsi sebagai sarana pemisahan dan juga sebagai pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut. Teknologi membran mempunyai beberapa

keunggulan yaitu proses pemisahannya berlangsung pada suhu kamar, dapat dilakukan secara kontiniu, sifat yang bervariasi, dapat diatur sesuai dengan kebutuhan (Elma, 2016).

## **2.2 Klasifikasi Membran**

Menurut (Elma, 2016) membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, yaitu

### **2.2.1 Berdasarkan Bahan yang Digunakan**

Berdasarkan bahan yang digunakan, membran dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

#### **1) Membran Polimer**

Pada dasarnya semua polimer dapat digunakan sebagai penghalang (barrier) atau material membran namun sifat fisika dan sifat kimianya sangat berbeda dikarenakan hanya polimer tertentu yang dapat digunakan dalam percobaan. Membran polimer diklasifikasikan menjadi membran berpori dan membran tidak berpori. Membran berpori diaplikasikan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi, sedangkan membran nonpori diaplikasikan pada pemisahan gas dan pervaporation.

#### **2) Membran Anorganik**

Pada membran anorganik stabilitas kimia dan termalnya berhubungan dengan material polimer. Pembagian tipe membran anorganik dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- a) Membran keramik
- b) Membran gelas
- c) Membran metalik

#### **3) Membran Biologi**

Struktur dan fungsi dari membran biologi sangat berbeda dengan membran sintetik. Membran biologi atau membran sel mempunyai struktur yang sangat kompleks.

### 2.2.2 Berdasarkan Struktur

Berdasarkan strukturnya, membran dibagi menjadi dua jenis yaitu :

#### 1) Membran Simetris

Membran simetris tersusun atas satu macam lapisan (homogen) dengan ketebalan 10-200  $\mu\text{m}$ . Membran jenis ini dapat menahan hampir semua partikel umpam dalam pori-porinya sehingga dapat tersumbat dan menurunkan permeabilitas dengan cepat.

#### 2) Membran Asimetris

Membran asimetris terdiri dari lapisan tipis yang aktif dan beberapa lapisan pendukung yang berpori di bawahnya (heterogen). Ukuran dan kerapatan porinya tidak sama dari bagian atas ke bagian bawah. Ketebalan lapisan tipisnya adalah 0,1-0,5  $\mu\text{m}$  dan lapisan pendukungnya 50-150  $\mu\text{m}$ .

### 2.2.3 Berdasarkan Prinsip Pemisahan

Berdasarkan prinsip pemisahannya, membran digolongkan kepada tiga kelompok, yaitu:

#### 1) Membran Berpori

Membran ini digunakan untuk pemisahan partikel besar hingga makromolekul (mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi). Ukuran pori akan menentukan sifat pemisahannya, dimana selektifitas yang tinggi dapat diperoleh jika ukuran pori lebih kecil daripada ukuran partikel yang akan dipisahkan.

#### 2) Membran Tidak Berpori

Membran ini digunakan dalam pemisahan gas dan penguapan yang mampu memisahkan campuran senyawa yang memiliki berat molekul relatif sama, misalnya dalam proses pemisahan gas yang dapat memisahkan campuran  $\text{H}_2/\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2/\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ . Selektifitas pada membran ini terjadi akibat perbedaan kelarutan (solubility) atau difusifitas.

#### 3) Membran Cair

Pada membran ini proses transpor tidak dipengaruhi oleh membran atau material membran, melainkan oleh molekul pembawa (carrier) yang

sangat spesifik. Pembawa yang mengandung membran berada di dalam pori membran. Selektifitas membran bergantung kepada kekhususan molekul pembawa yang digunakan.

#### 2.2.4 Berdasarkan Gradien Tekanan sebagai Daya Dorong dan Permeabilitasnya

Berdasarkan gradien tekanan sebagai daya dorong dan permeabilitasnya, membran dibagi menjadi:

##### 1) Mikrofiltrasi (MF)

Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran micron atau submicron. Bentuk lazimnya berupa cartridge yang berfungsi untuk menghilangkan partikel dari air yang berukuran 0,04 sampai 100 micron, asalkan kandungan padatan terlarut total dalam air tidak melebihi 100 ppm (Ramadhani, 2016). Membran ini beroperasi dengan tekanan sekitar 0,1 – 2 bar dan permeabilitasnya lebih besar dari 50 L/m<sup>2</sup>.jam.bar (Elma, 2016).

##### 2) Ultrafiltrasi (UF)

Ultrafiltrasi merupakan teknologi pemisahan menggunakan membran untuk memisahkan berbagai zat terlarut dengan berat molekul tinggi, bermacam koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dalam suatu larutan. Metode ini menggunakan membran semi permeable untuk memisahkan makromolekul dari larutannya. Ukuran dan bentuk molekul merupakan faktor penting dalam proses ultrafiltrasi. Cara kerja proses ultrafiltrasi mirip dengan proses reverse-osmosis, yaitu pemisahan partikel berdasarkan ukurannya dengan menggunakan tekanan pada membran berpori. Ukuran pori membran ultrafiltrasi lebih besar yaitu berdiameter sekitar 0.1 sampai 1 µm. Yang membedakan dengan reverse-osmosis adalah jenis membran dan lebih kecilnya tekanan yang digunakan dalam pengoperasian. Membran ultrafiltrasi dibuat dengan mencetak polimer selulosa asetat sebagai lembaran tipis. Fluks maksimum dapat dicapai bila membrannya anisotropic, dimana terdapat kulit tipis rapat dan pengemban berpori. Membran selulosa asetat mempunyai sifat pemisahan yang bagus, namun sayangnya dapat rusak

oleh bakteri dan zat kimia serta rentan terhadap pH. Selain selulosa asetat ada juga membran yang terbuat dari polimer polisulfon, akrilik, polikarbonat, PVC, poliamida, poliviniliden fluoride, kopolimer AN-VC, poliasetal, poliakrilat, kompleks polielektrolit, PVA ikat silang, keramik, aluminium oksida, zirkonium oksida, dan sebagainya (Ramadhani, 2016). Membran ini beroperasi dengan tekanan berkisar 1-5 bar dan permeabilitasnya  $10 - 50 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$  (Elma, 2016).

### 3) Nanofiltrasi (NF)

Proses nanofiltrasi merejeksi kesadahan, menghilangkan bakteri dan virus, menghilangkan zat warna karena adanya bahan organik tanpa menghasilkan zat kimia berbahaya seperti hidrokarbon terklorinasi. Nanofiltrasi cocok untuk pengolahan air dengan padatan terlarut total yang rendah, dimana bahan organiknya dilunakkan dan dihilangkan. Formulasi dasarnya mirip RO, namun mekanisme operasionalnya mirip ultrafiltrasi. Jadi nanofiltrasi merupakan gabungan dari metode RO dan ultrafiltrasi (Ramadhani, 2016). Membran ini beroperasi dengan tekanan berkisar  $5 - 20 \text{ bar}$  dan permeabilitasnya mencapai  $1,4 - 12 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{bar}$  (Elma, 2016).

### 4) Reverse Osmosis (RO)

Prinsip kerja proses ini merupakan kebalikan dari proses osmosis biasa. Pada proses osmosis biasa terjadi perpindahan dengan sendirinya dari cairan yang murni atau cairan yang encer ke cairan yang pekat melalui membran semi-permeable. Adanya perpindahan cairan murni atau encer ke cairan yang pekat pada membran semi-permeable menandakan adanya perbedaan tekanan yang disebut tekanan osmosis. Fenomena tersebut membuat para ahli berpikir terbalik, bagaimana caranya agar dapat memisahkan cairan murni dari komponen lainnya yang membuat cairan tersebut bersifat pekat. Dengan penambahan tekanan pada larutan yang pekat, ternyata cairan murni dapat melalui membran semipermeable yang merupakan kebalikan dari proses osmosis. Atas dasar tersebut teknologi ini disebut reverse osmosis (osmosis balik) (Ramadhani, 2016).

Membran ini beroperasi dengan tekanan berkisar 10 – 100 bar dan permeabilitasnya mencapai 0,005 – 1,4 L/m<sup>2</sup>.jam.bar (Elma, 2016).

### 2.3 Karakteristik Membran

Menurut (Novriani, 2017), untuk memahami proses pemisahan dengan membran, akan ditentukan karakteristik membran yang dalam hubungannya dengan sifat dan struktur membran seperti kandungan air, ukuran pori, jumlah pori, luas membran, dan ketebalan membran.

#### 2.3.1 Kandungan Air

Kandungan air merupakan tingkat kemampuan polimer untuk menyerap air. Sifat ini ditunjukkan oleh adanya gugus yang bersifat hidrofilik dalam rantai polimer. Polimer yang banyak mengandung gugus hidroksil akan bersifat hidrofilik. Kandungan air ini akan mempengaruhi difusivitas penetrasi melalui membran karena semakin banyak yang berikatan dengan membran, akan menyebabkan rantai polimer lebih mudah bergerak, sehingga molekul semakin mudah menembus membran polimer melewati ruang kosong antara rantai polimer dengan rantai lainnya.

#### 2.3.2 Ukuran dan Jumlah Pori

Pada proses pemisahan menggunakan membran ukuran dan jumlah pori merupakan faktor yang harus dipertimbangkan agar memenuhi standar ultrafiltrasi. Ukuran pori akan menentukan sifat selektivitas membran, yaitu kemampuan dari membran untuk menahan molekul-molekul zat terlarut, sehingga tidak ada yang lolos menembus pori membran. Sedangkan jumlah pori menentukan sifat permeabilitas membran yaitu kemudahan membran untuk melewatkan molekul-molekul air, dimana jika permeabilitas membran yang dihasilkan tinggi, maka membran layak digunakan.

#### 2.3.3 Ketebalan Membran

Ketebalan membran merupakan salah satu karakteristik membran yang diukur untuk mengetahui laju permeasi membran. Ketebalan membran *polysulfon* diukur dengan menggunakan mikrometer. Ukuran ketebalan membran menurut standar ultrafiltrasi adalah 50-150 µm

### 2.3.4 Luas Membran

Luas membran yang telah dibuat disesuaikan dengan luas modul membran dari rancangan alat, dimana pengukuran panjang dan lebar membran ini dilakukan secara manual dengan menggunakan mistar.

## 2.4 Kinerja Membran

Kinerja atau efisiensi membran ditentukan oleh dua parameter yaitu fluks dan rejeksi.

### 2.4.1 Fluks

Fluks didefinisikan sebagai banyaknya spesi yang dapat menembus membran tiap satuan luas membran persatuan waktu. Fluks ditentukan oleh jumlah pori membran. Fluks demikian dinyatakan sebagai fluks volume ( $J_v$ ) yang dinyatakan sebagai berikut:

$$J_v = \frac{V}{A \times t} \dots\dots\dots (1)$$

(Kusumawati & Tania, 2012)

Dimana:

$J_v$  = fluks volume ( $L/m^2 \cdot jam$ )

$V$  = volume permeat (L)

$A$  = luas membran ( $m^2$ )

$t$  = waktu tempuhan (jam)

### 2.4.2 Rejeksi

Rejeksi didefinisikan sebagai fraksi konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran. Rejeksi ditentukan oleh ukuran pori membran. Rejeksi yang diamati adalah rejeksi yang tidak melibatkan molekul yang menempel pada membran atau tanpa terjadi akumulasi.

Rejeksi dinyatakan sebagai berikut :

$$R = 1 - \frac{c_p}{c_f} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

(Kusumawati & Tania, 2012)

Dimana :

$R$  = koefisien rejeksi (%)

$C_p$  = konsentrasi zat terlarut dalam permeat

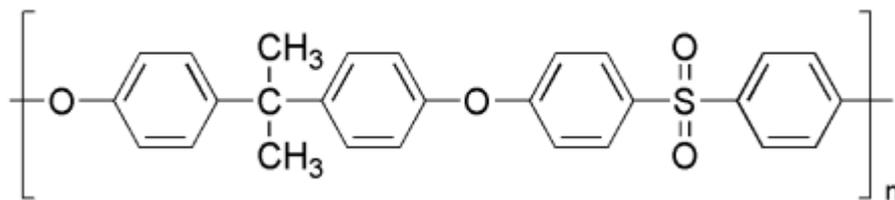
$C_f$  = konsentrasi zat terlarut dalam umpan

Harga rejeksi bergantung pada berat molekul zat terlarut yang digunakan, bila  $R = 100\%$  , berarti membran tersebut menolak sempurna zat terlarut atau menahan sempurna zat terlarut, sehingga hampir tidak ada zat terlarut yang berhasil menembus pori membran.

## 2.5 Bahan Pembuatan Membran

### 2.5.1 Polisulfon

Polimer yang mengandung sulfone termasuk polisulfon dan polietersulfon. Mereka berstruktur amorf dan relatif polar, oleh karena itu, hanya dapat menyerap sedikit air dan oleh karena itu menunjukkan hampir tidak ada pembengkakan dalam larutan berair. Selain itu, rantai polysulfon menghasilkan modulus yang sangat fleksibel dan matriks membran yang kuat. Polimer membran tahan terhadap hidrolisis pada seluruh rentang pH, bahkan dalam uap panas atau air. Pelarut organik, seperti dimetilformamida dan dimetil sulfoksida, yang polaritasnya mirip dengan polimer, dapat menunjukkan efek pelarutan. Ketahanan terhadap iradiasi pengion dan stabilitas termal hingga  $>200^\circ\text{C}$  luar biasa. Membran yang terbuat dari polysulfon dapat menjadi simetris, asimetris, atau kombinasi keduanya dan dengan demikian menawarkan struktur membran terluas dengan porositas tinggi. Mereka cocok untuk mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, atau sebagai pendukung dasar untuk membran komposit (Lestari, 2020).

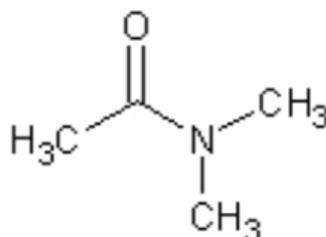


Gambar 2.2 Struktur Molekul Polisulfon

(Riani, 2014)

### 2.5.2 Dimethylacetamide (DMAc)

DMAc adalah pelarut yang sering digunakan untuk melarutkan polimer pada pembuatan membran karena sifat pelarutnya yang tinggi. DMAc tidak mudah menguap dan cenderung stabil karena memiliki rentang ketahanan suhu yang relatif luas, yaitu titik didihnya di atas 164.5-166°C sehingga dapat melarutkan polisulfon dengan baik dan titik leleh -20°C (Soebardi 1997). Massa jenis DMAc adalah 0.937 kg/L. DMAc bersifat racun dan berbahaya bagi janin. Bentuk kontaminasi dapat melalui pernafasan dan kontak dengan kulit yang dapat merusak beberapa organ tubuh seperti hati, ginjal dan syaraf. DMAc juga mudah terbakar dan mudah diserap kulit (Siskandar, 2011).

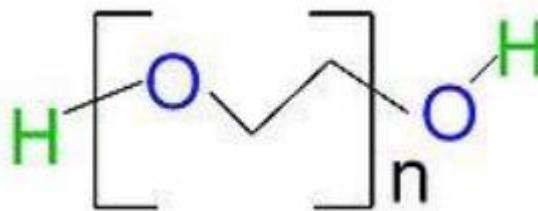


Gambar 2.3 Struktur Molekul DMAc

(Riani, 2014)

### 2.5.3 Polietilen Glikol (PEG)

Polyethylene glycol 400, polyoxyethylene glycol 400 atau yang biasa disebut macrogol atau PEG 400 memiliki berat molekul sebesar 380-420 g/mol. PEG 400 sering digunakan sebagai basis emulsifier, ointment, plastisizer, pelarut, basis suppositoria, lubrikan kapsul dan tablet selain itu dalam bentuk cairnya digunakan sebagai suspending agent dan emulsion stabilizer. PEG 400 larut dalam aseton, alkohol, benzena, gliserin, dan glikol, sedikit larut dalam eter (Rowe dkk., 2009). PEG 400 merupakan polimer yang stabil banyak digunakan dalam berbagai formulasi farmasi dan dianggap sebagai bahan tidak beracun dan tidak mengiritasi. WHO (World Health Organization) menetapkan perkiraan asupan harian (acceptable daily intake) polietilen glikol yang dapat diterima adalah sebesar 10 mg/kg berat badan (Mahardika, 2019).



Gambar 2.4 Struktur Molekul PEG

(Wardani, 2013)

## 2.6 Minyak Goreng Bekas

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng dari tumbuhan biasanya dihasilkan dari tanaman seperti kelapa, biji-bijian, kacang-kacangan, jagung, kedelai, dan kanola (Naomi dkk., 2013).

Minyak goreng bekas yaitu minyak goreng yang sudah berkali-kali digunakan untuk menggoreng. Penggunaan minyak goreng secara berulang, biasanya disebabkan oleh alasan penghematan (Erna & Wiwit, 2017). Menggoreng pada suhu tinggi dan minyak goreng digunakan berkali-kali akan menurunkan mutu minyak goreng yang antara lain ditunjukkan oleh warna yang makin gelap dan bau tengik, sehingga akan menurunkan mutu bahan pangan yang digoreng baik dari segi rasa, penampilan dan kesehatan. Hal ini disebabkan asam lemak tidak jenuh yang teroksidasi menghasilkan menghasilkan senyawa peroksida (Wijayanti dkk., 2012).

Kualitas minyak goreng dapat diketahui dengan pengujian pada beberapa kriteria meliputi bau, rasa, warna, kadar air, FFA, dan bilangan peroksida. Syarat mutu minyak goreng layak konsumsi dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Minyak Goreng Layak Konsumsi Menurut SNI

Kriteria Uji	Satuan	Standar Mutu*
Bau	-	Tak berbau
Rasa	-	Normal
Warna	-	Putih Kuning
Kadar Air	% b/b	0,01-0,30
Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)	% b/b	Maks 0,30
Bilangan Peroksida	Mg O <sub>2</sub> /100 g	Maks 10,00

\*SNI 3741-2013