



## PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT UNTUK PENGOLAHAN AIR BERKAPUR

Deni Aldian<sup>1</sup>, Aceng Haetami<sup>2</sup>, Rustam Musta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo, Kendari

<sup>2</sup>Pengajar Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo, Kendari

(\*) Corresponding author: [rustammusta@yahoo.co.id](mailto:rustammusta@yahoo.co.id)

### Article History

Received:

Revised:

Published:

### Abstract

*Research has been carried out "Manufacture and Use of Cellulose Acetate Membranes for Limewater Treatment". This study aims to: (1) determine the selectivity of cellulose acetate membrane to Ca and Fe in lime water samples (2) The permeability of cellulose acetate membrane to lime water samples. The sample of this research is bore well water at the Fathul Mu'in Perdos Mosque, UHO's New Campus. This research consisted of several stages, namely the manufacture of cellulose acetate membranes with dimethylformamide additives, module manufacture, permeability tests and rejection tests which included determining the rejection coefficients of Fe and Ca. The composition of the cellulose acetate membrane used was cellulose acetate (11% w/w), dimethylformamide (20% w/w) and acetone (69% w/w) additives. The results showed that the membrane flux value was 43.99 L/m<sup>2</sup> .Hour. and the rejection values for Fe and Ca metals were 61.04% and 10.467%, respectively.*

**Keywords:** Cellulose Acetate Membrane, permeability, selectivity, Lime Water

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk kebutuhan akan air bersih juga semakin meningkat. Disisi lain banyak pencemar yang mempengaruhi kualitas air bersih diantaranya adalah logam besi (Fe) dan zat kapur. Air yang mengandung besi dapat diidentifikasi melalui uji organoleptik. Air yang mengandung besi pada umumnya memiliki rasa yang manis, warna coklat kemerah-merahan dan akan membentuk endapan merah bata ketika didiamkan beberapa saat (Harianingih dan maharani, 2018). Sedangkan air yang mengandung kapur dapat diidentifikasi dengan cara pemanasan. Pemanasan pada air bekapur akan menimbulkan endapan putih serta kerak berwarna putih pada dinding panci (Septa, 2017).

Tingkat kesadahan air dan kadar besi maksimum yang diperbolehkan menurut Kementerian Kesehatan No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kualitas air minum berturut-turut yaitu 500 mg/L dan 0,3 mg/L. Konsumsi air berkapur yang melewati ambang batas tersebut dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan antara lain dapat menyebabkan cardiovascular disease (penyumbatan pembuluh darah jantung), urolithiasis (batu ginjal) (Nyoman dkk., 2018), keropos tulang, kerusakan gigi, serta kerusakan ginjal dan hati (Septa, 2017). Sedangkan dibidang industri penggunaan air berkapur dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan industri (Dinora dan Purnomo, 2013). Sedangkan kelebihan kadar Fe dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatis (Ainiyah dkk, 2018). Banyaknya masalah yang dapat ditimbulkan oleh tingginya zat kapur dan zat besi dalam air maka diperlukan upaya untuk mengurangi tingkat kesadahan dan zat besi suatu air bersih. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan teknologi membran.

Membran adalah suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (feed) dan fasa permeat yang bersifat sebagai penghalang (barrier) terhadap suatu spesi tertentu. Pemisahan dengan membran merupakan suatu teknik pemisahan campuran dua atau lebih komponen tanpa menggunakan panas. Komponen-komponen akan terpisah berdasarkan ukuran dan bentuknya, dengan bantuan tekanan dan selaput semi-permeable (Indiyani dkk., 2017). Teknologi tersebut memiliki kelebihan dibandingkan dengan teknik konvensional, seperti energi yang dibutuhkan rendah, dapat berlangsung secara kontinyu, prosesnya

dapat dikombinasikan dengan proses pemisahan yang lain, tidak membutuhkan banyak zat aditif, cocok untuk senyawa-senyawa yang tidak tahan panas, tidak menghasilkan limbah, tidak mengalami perubahan fase, dan tidak memerlukan ruang instalasi yang besar (Thaiyibah dkk., 2016; Hikmawan dkk., 2016; Husni dkk., 2018).

Membran terbagi atas membran organik dan membran anorganik. Membran organik dibuat menggunakan bahan polimer. Jenis polimer yang banyak digunakan untuk membuat membran salah satunya yaitu selulosa asetat (Thaiyibah dkk., 2016). Membran selulosa asetat merupakan membran sintesis yang dibuat dari bahan polimer selulosa asetat dengan aseton sebagai pelarut dan formamida sebagai aditif untuk membentuk membran berpori. Membran ini banyak digunakan dalam proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi (Murni dan Sudarmi, 2010). Membran selulosa asetat memiliki beberapa kelebihan yaitu, mudah didapat karena tekdandung pada semua tanaman yang memiliki selulosa, dapat merijeksi fluks dan garam yang tinggi, relative mudah diaplikasikan karena renewable, resistensinya tinggi terhadap klorin jika dibandingkan dengan membran berbasis poliamida, serta memiliki struktur yang sangat teratur dan mampu membentuk ikatan antarmolekul hidrogen yang kuat antara beberapa gugus hidroksi (Elma, 2017).

Silvia dkk (2016) melakukan uji tentang sintesis membran selulosa asetat untuk desalinasi air payau. Hasil penelitian ini pada tekanan 2 bar diperoleh rejeksi 79,87% dan semakin menurun hingga pada tekanan 8 bar dengan rejeksi 78,08%. Namun pada tekanan 8 bar ke tekanan 10 bar terjadi penurunan yang jauh yaitu menjadi 76,54%. Nilai rejeksi membran selulosa asetat terhadap rejeksi garam sangat tinggi yaitu 95,59%. Parameter warna pada tekanan 2 bar dihasilkan rejeksi 95,97%, namun pada tekanan 4 bar penurunan rejeksi tidak terlalu signifikan yaitu 95,16%, hal ini dikarenakan belum terjadi pelebaran pori pada membran. Kemudian pada tekanan 6 bar dihasilkan rejeksi yang lebih jauh menurun dari tekanan 4 bar yaitu 93,55%. Menunjang penelitian tersebut Thaiyibah dkk (2016) melakukan uji tentang pembuatan dan karakterisasi membran selulosa asetat-pvc dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk adsorpsi logam tembaga (II). Ion logam dopan  $\text{Cu}^{2+}$  dapat terserap secara optimum pada membran dengan besar penyerapan rata-rata 85.1 %. Suseno dkk (2003) tentang sintesis dan optimasi membran selulosa asetat pada proses mikrofiltrasi bakteri. Fluks terbesar dari membran selulosa asetat terjadi pada proses penguapan selama 5 menit yaitu sebesar 22,28 L.m<sup>-2</sup>.jam<sup>-2</sup>. Pemberian waktu penguapan 1 menit ternyata mampu menaikkan rejeksi dari 62,94 % menjadi 67,83 %. Ariyanti dkk (2020) melakukan uji tentang kinerja membran plat berpori berbasis selulosa asetat yang disintesis secara inversi fasa untuk ultrafiltrasi bakteri E.coli di PDAM surabaya. Membran selulosa asetat hasil sintesis ini memiliki kinerja permeabilitas dan fluks yang baik sebagai ultrafiltrasi bakteri E.coli di kawasan PDAM Surabaya Timur dengan ketercapaian fluks sebesar 37,25 L/m<sup>2</sup>.jam<sup>2</sup>.bar pada tekanan efektif sebesar 5 bar.

Parameter yang dapat digunakan untuk menguji kinerja dari suatu membran diantaranya adalah nilai permeabilitas dan selektivitasnya. Membran yang baik adalah membran yang memiliki nilai selektivitas dan permeabilitas yang tinggi (Indriyani dkk., 2017). Hal ini sesuai dengan sifat dari membran selulosa asetat, bahwa semakin banyak kandungan selulosa asetat dalam membran maka akan menyebabkan pori-pori membran menjadi semakin kecil. Kecilnya pori-pori membran akan menyebabkan peningkatan nilai rejeksi (*selektivitas*) (Elma, 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian tentang pembuatan dan penggunaan membran selulosa asetat untuk pengolahan air sumur bor.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Haluoleo. Penelitian dilakukan sekitar 3 bulan.

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pipet ukur, filler, gelas kimia, erlenmeyer, botol terang, keran air, gergaji besi, timbangan analitik, pipa, spatula, hot plate, batang pengaduk, aluminium foil, oven, magnetic stirer, plat kaca, dan AAS.

#### 2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah selulosa asetat, pipa, sampel air berkapur, aditif dimetilformamida, aseton, es batu dan akuades.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Pembuatan Membran

Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu pembuatan membran, penyiapan modul dan uji kinerja membran menggunakan sampel air berkapur. Membran dibuat dari campuran bahan dengan komposisi 11% selulosa asetat, 20% aditif dimethylformamida dan 69% pelarut aseton.

Campuran bahan tersebut diaduk dengan magnetic stirrer dalam erlenmeyer yang tertutup rapat sampai campuran bahan tersebut homogen selama 6 jam. Campuran yang telah homogen tersebut selanjutnya didiamkan selama 17 jam. Larutan dope tersebut kemudian dituangkan di atas plat kaca yang kedua sisinya telah dilapisi lakban (sealtape) dan diratakan menggunakan batang pengaduk. Larutan yang telah dicetak tersebut dibiarkan selama 30 detik kemudian dicelupkan dalam bak air es ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) selama 1 jam hingga membentuk lembaran membran yang tipis. Membran tersebut dicuci dengan air mengalir. Kemudian membran yang terbentuk disimpan dalam wadah yang berisi air (Indriyani dkk., 2017). Setelah diperoleh membran yang telah jadi dilakukan penyiapan modul.

Modul dibuat dengan menyiapkan dua buah pipa dengan diameter 1 inci dan  $\frac{1}{2}$  inci, pipa dengan diameter 1 inci dipotong sepanjang 20 dan dikedua ujungnya dipasang socket 1 x  $\frac{1}{2}$  inci. Kemudian disalah satu socket ditempatkan rang yang mengikuti diameter socket 1" yang berfungsi sebagai tempat menempelnya membran. setelah itu dipasang pipa  $\frac{1}{2}$  inci pada socket. Modul yang telah jadi kemudian dihubungkan pada bak air Mesjid Fathul Muin perdos UHO menggunakan stop kran pipa  $\frac{1}{2}$  inci.

### 2.2.2 Aplikasi Membran

Aplikasi membran dilakukan di Mesjid Fathul Mu'in dengan menggunakan dua jenis uji yaitu uji permeabilitas dan uji selektivitas. Uji permeabilitas membran dilakukan dengan menggunakan modul system *Dead-end*. Membran yang telah dibentuk diletakkan pada pertengahan modul. Bak penampungan air dikondisikan selalu penuh. Air dari bak penampungan dialirkan ke dalam modul dengan laju alir dikondisikan tetap dengan cara mengkonstantkan pembukaan pada kran air. Sehingga air sampel akan mengalir melewati membran yang disebut permeate. *Permeate* yang keluar tersebut ditampung dalam botol setiap selang waktu 30 menit selama 3 jam kemudian dihitung volumenya untuk menentukan fluks membran (*permeabilitas membran*) (Indriyani dkk., 2017).

$$\text{Fluks} = \frac{1}{\text{Luas membran}} \times \frac{\text{volume permeate}}{\text{waktu}}$$

*Permeate* yang diperoleh dari proses sebelumnya kemudian dianalisa menggunakan AAS untuk menentukan konsentrasi *permeate*, begitu juga dengan konsentrasi *retentate* yang tidak melewati membran yang akan digunakan untuk menentukan koefisien rejeksi sehingga dapat diperoleh selektivitas membran (Indriyani dkk., 2017).

a. Kadar  $\text{Ca}^{2+}$  dan total Fe yang terfilter oleh membran selulosa asetat dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{Kadar } \text{Ca}^{2+} \text{ terfilter} = \text{Ca}^{2+} \text{ umpan} - \text{Ca}^{2+} \text{ permeate}$$

$$\text{Kadar Fe terfilter} = \text{Fe umpan} - \text{Fe permeate}$$

b. Selektivitas membran selulosa asetat terhadap air berkapur:

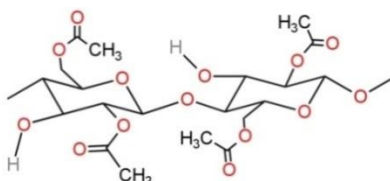
$$\text{Rejeksi (R)} = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \text{ terfilter}}{[\text{Ca}^{2+}] \text{ umpan}} \times 100\%$$

$$\text{Rejeksi (R)} = \frac{[\text{Fe}] \text{ terfilter}}{[\text{Fe}] \text{ umpan}} \times 100\%$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

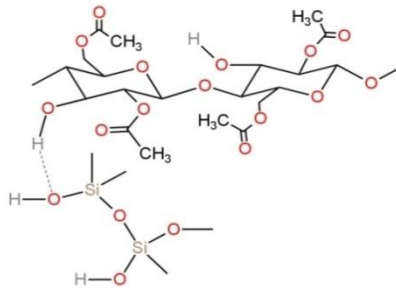
### 3.1 Pembuatan Membran

Selulosa asetat merupakan polimer yang terbentuk dari proses esterifikasi selulosa. Gugus hidroksil pada selulosa akan mengalami reaksi substitusi dengan gugus asetil, substitusi gugus hidroksil oleh asetil dapat terjadi satu hingga tiga gugus dalam satu unit glukosa. Pergantian dua unit gugus hidroksil dengan asetil akan menyebabkan terbentuknya selulosa diasetat yang memiliki satu gugus hidroksil seperti pada **Gambar 1**



**Gambar 1.** Selulosa asetat (Widayanti, 2013)

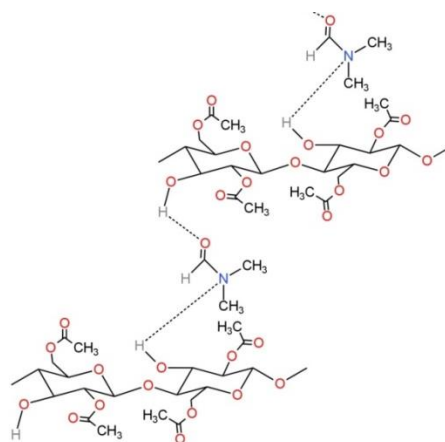
Merta dan Putra (2015) dalam penelitiannya tentang pembuatan membran selulosa asetat dengan nanopartikel silika sebagai zat aditifnya mengatakan bahwa selulosa asetat mampu membentuk sebuah interaksi hidrogen intermolekul dengan zat aditif nanopartikel silika. Interaksi hidrogen ini terjadi antara oksigen dan hidrogen pada gugus hidroksil selulosa asetat dengan oksigen atau hidrogen pada gugus Si-O-Si silika seperti pada **Gambar 2**



**Gambar 2.** Interaksi hidrogen intermolekul selulosa asetat dengan aditif nanopartikel silika (Merta dan Putra, 2015)

Selulosa asetat memiliki atom hidrogen yang elektropositif yang terikat pada gugus hidroksil (-OH) selulosa asetat. Pembentukan hidrogen elektropositif ini disebabkan adanya perbedaan keelektronegatifan yang besar dengan oksigen dalam satu gugus hidroksil. Perbedaan keelektronegatifan ini menyebabkan rapatan elektron ikatan O-H akan lebih tertarik kearah oksigen. Sehingga hidrogen akan miskin elektron yang menyebabkan terbentuknya muatan parsial positif pada hidrogen (Fessenden dan Fessenden, 1986). Hidrogen yang elektropositif digunakan dalam interaksi intermolekul yang dapat membentuk interaksi hidrogen dengan atom-atom yang memiliki keelektronegatifan tinggi seperti nitrogen (N), oksigen (O) dan fluor (F) (Sunarya, 2010). Nanopartikel silika merupakan suatu aditif yang dapat digunakan dalam pembuatan membran selulosa asetat. Nanopartikel silika dapat berinteraksi dengan selulosa asetat melalui interaksi hidrogen dikarenakan adanya atom oksigen yang elektronegatif pada nanopartikel silika. Sehingga oksigen elektronegatif tersebut dapat berinteraksi dengan hidrogen elektropositif pada selulosa asetat seperti pada **Gambar 2**.

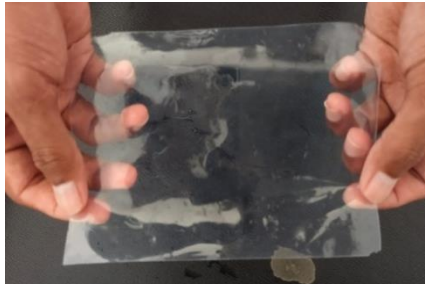
Dimetilformamida memiliki atom oksigen dan nitrogen yang merupakan unsur-unsur yang sangat elektonegatif. Merujuk pada struktur selulosa asetat pada **Gambar 1** dan pola interaksi selulosa asetat dengan aditif nanopartikel silika pada penelitian Merta dan Putra pada **Gambar 2**. Keberadaan oksigen dan nitrogen pada dimetilformamida diperkirakan akan menyebabkan terbentuknya interaksi molekuler dengan selulosa asetat melalui interaksi hidrogen seperti pada **Gambar 3**. Ikatan hidrogen intermolekul CA-DMF terjadi antara atom hidrogen pada gugus hidroksil (selulosa asetat) dengan atom oksigen dan nitrogen pada dimetilformamida.



**Gambar 3.** Interaksi intermolekul selulosa asetat dengan aditif dimetilformamida

Membran selulosa asetat pada penelitian ini dibuat dengan teknik inversi fasa. Proses inversi fasa menyebabkan terjadinya pertukaran massa dan fasa antara pelarut pada membran dan nonpelarut pada bak koagulasi sehingga terbentuk pori pada membran. Interaksi antara selulosa asetat dengan pelarut aseton dan aditif dimetilformamida (DMF) merupakan interaksi pelarut-telarut. Tanpa adanya penambahan aditif, aseton akan mengalami pematatan yang lambat pada pencetakan sehingga akan

dihasilkan membran yang relatif tidak berpori (dense) (Widayanti, 2013). Penambahan DMF dilakukan untuk menstabilkan pori-pori selulosa asetat yang terbentuk karena penambahan aseton. Selanjutnya dalam proses difusi antara pelarut dengan nonpelarut, aditif (DMF) dengan pelarut (aseton) akan larut ke dalam nonpelarut (air) sehingga akan terbentuk membran berpori (Rosnelly, 2012). Hal ini sejalan dengan penelitian Indriyani, dkk (2017), yaitu semakin banyaknya penambahan DMF fluks yang diperoleh juga semakin besar. Semakin besarnya fluks yang diperoleh mengindikasikan semakin besarnya pori-pori membran yang terbentuk



**Gambar 4.** Membran selulosa asetat

Modul membran pada penelitian ini dibuat dari pipa PVC 1 inchi dan ½ inchi. Penggunaan pipa ½ inchi sebagai perantara antara modul dengan bak penampungan dipilih karena merujuk pada hukum kontinuitas bahwa “debit air yang mengalir di setiap titik sepanjang selang adalah sama atau konstan”.

$$Q_1 = Q_2 = \text{konstan} \quad (1)$$

Debit atau  $Q$  merupakan jumlah dari volume fluida yang mengalir persatuan waktu sedangkan volume dapat diperoleh dengan mengalikan luas penampang selang dan panjang selang sehingga persamaan debit ( $Q$ ) secara matematis dapat dituliskan menjadi

$$Q = A \times v \dots\dots\dots (2)$$

Apabila persamaan (2) disubstitusi pada persamaan (1) maka hukum kontinuitas juga dapat dituliskan sebagai berikut

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 = \text{konstan} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:  $A_1$  = Luas permukaan tower ( $V= 1200$  L)

$v_1$  = Laju alir tower ( $V= 1200$  L)

$A_2$  = Luas penampang pipa ½ inchi

$v_2$  = Laju alir pipa ½ inchi

(surya, 2010).

Berdasarkan persamaan di atas laju alir fluida berbanding terbalik dengan luas penampangnya, sehingga semakin kecil luas penampang maka laju alir nya akan semakin besar. Sehingga pemilihan pipa ½ inchi sebagai perantara dinilai dapat meningkatkan debit dari sampel. Debit sampel air yang memasuki modul sebesar 337,748 mL/s atau 1.215,8928 L/jam. Data ini diperoleh melalui pengujian dengan mengalirkan sampel air ke dalam botol 510 mL sebanyak tiga kali pengulangan, hasilnya botol mizone dapat terisi penuh dengan waktu 1,49 detik, 1,50 detik dan 1,53 detik, sehingga rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh botol mizone 510 mL yaitu 1,51 detik. Hukum *bernoulli* menyatakan bahwa jumlah tekanan energi kinetis persatuan volume dan energi potensial persatuan volume mempunyai nilai yang sama disetiap titik sepanjang aliran. Pada pipa yang mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah maka besarnya persamaan fluida yang mengalir dari pipa yang lebih tinggi kepipa yang lebih rendah adalah sebagai berikut:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:  $P_1$  = Tekanan pada pipa I (Tinggi)

$P_2$  = Tekanan pada pipa II (Rendah)

$\rho$  = Massa jenis Fluida

$v_1$  = Laju Fluida pada pipa I

$v_2$  = Laju Fluida pada pipa II

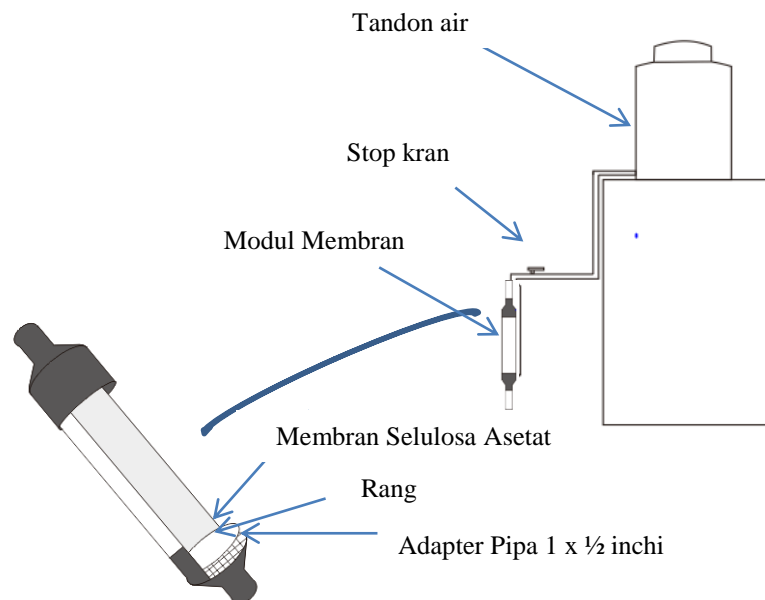
$h_1$  = Ketinggian pipa I

$h_2$  = Ketinggian pipa II

(Sultan dkk, 2020)

Persamaan di atas menunjukkan laju aliran air berbanding lurus dengan selisih ketinggian air, yaitu semakin besar selisih ketinggian pipa pertama dan pipa kedua maka laju alirnya akan semakin

besar. Sehingga modul membran ditempatkan pada ketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan bak penampungan untuk meningkatkan laju alir sampel air. Adapun rancang bangun modul membran dapat dilihat pada **Gambar 5**.

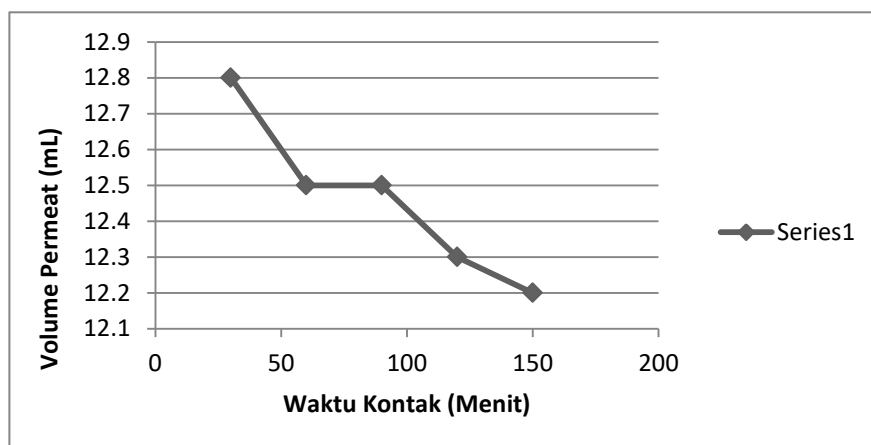


**Gambar 5.** Rancang Bangun Modul Membran

### 3.2 Uji Permeabilitas

Membran yang telah dibuat kemudian diuji dengan menggunakan alat sel ultrafiltrasi system Dead-end. Membran yang telah dibentuk diletakkan pada dasar modul. Bak penampungan air dikondisikan selalu penuh. Air dari bak penampungan dialirkan ke dalam modul dengan laju alir dikondisikan tetap dengan cara mengkonstantkan pembukaan pada kran air. Sehingga air sampel akan mengalir melewati membran yang disebut permeate. Permeate yang keluar tersebut ditampung dalam botol setiap selang waktu 30 menit selama 3 jam kemudian dihitung volumenya untuk menentukan fluks membran (permeabilitas membran) (Indriyani dkk., 2017).

Fluks didefinisikan sebagai banyaknya umpan yang dapat menembus membran tiap satuan luas membran persatuan waktu. Fluks volume atau juga disebut sebagai debit dapat dihitung berdasarkan grafik volume permeate terhadap waktu dari tiap-tiap tempuhan karena adanya gaya dorong tekanan yang masuk ke dalam modul membran (Yuliati, 2012).



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Permeate terhadap Waktu kontak

Pengujian fluks ini bertujuan untuk mengetahui permeabilitas membran yang dimaksudkan untuk melihat porositas membran tersebut. Berdasarkan **Gambar 6** dapat dilihat bahwa terjadi perubahan volume permeate setiap selang waktu 30 menit. Pada menit ke-30 sampai dengan 150,

volume permeat yang mengalir semakin kecil. Menurunnya volume permeat dapat disebabkan adanya penutupan pada sebagian pori-pori membran oleh partikel terlarut dalam umpan (sampel air) (Yulianti, 2012). Setelah menit ke-150 terjadi kebocoran pada membran. hal ini disebabkan terjadinya penutupan pori membran oleh partikel terlarut sehingga akan mengakibatkan permeat akan semakin sulit untuk melewati membran, sehingga tekanan air yang diberikan kepada membran akan semakin besar hingga menyebabkan membran menjadi robek. Sehingga volume permeat pada menit ke 180 tidak digunakan dalam penentuan volume permeat rata-rata untuk mengetahui fluks membran.

Fluks rata-rata penggunaan membran selulosa asetat yang diperoleh sebesar 46,2 L/m<sup>2</sup>.Jam. Harga fluks yang diperoleh pada penelitian ini tergolong cukup tinggi jika dibandingkan fluks yang diperoleh pada penelitian Indriyani, *dkk* (2017) yaitu sebesar 12 L/m<sup>2</sup>.Jam, dengan komposisi membran yang sama. Namun harga fluks sebesar 46,2 L/m<sup>2</sup>.Jam tersebut masih sesuai dengan harga fluks yang diperbolehkan untuk suatu membran menurut Mulder (1991) yaitu 10 s.d 50 L/m<sup>2</sup>.Jam.

### 3.3 Uji Selektivitas

Selektivitas merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas dari sebuah membran. Selektivitas suatu membran dapat diketahui melalui koefisien rejeksi nya. Pengujian koefisien rejeksi dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari membran untuk menahan atau melewatkan zat kapur (total Ca) dan ion Fe yang terkandung pada sampel air. Koefisien rejeksi memiliki hubungan yang erat dengan harga fluks yaitu saling berbanding terbalik. Semakin besar harga fluks suatu membran maka koefisien rejeksinya akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Koefisien rejeksi dapat diperoleh dengan membandingkan konsentrasi umpan dan konsentrasi permeat (Indriyani *dkk*, 2017)

**Tabel 1.** Penetapan Konsentrasi Fe dan Ca pada Umpan dan Permeat

No	Kode Sampel	Parameter	
		Kadar Ca (mg/L)	Kadar Fe (mg/L)
1	Sampel B1 (Umpan)	90,93785	0,9051
2	Sampel B2 (Permeat)	81,41864	0,3526

Data konsentrasi Ca dan Fe pada **Tabel 1.** menunjukkan sampel air yang digunakan dalam penelitian ini masih termasuk air layak pakai. Menurut Permenkes Nomor: 492/Menkes/per/IV/2010 bahwa kadar kesadahan total dan zat besi yang diperbolehkan yakni masing-masing 500 mg/L dan 1 mg/L. Namun sampel air tidak memenuhi standar sebagai air minum, dimana standar zat besi yang diperbolehkan sebesar 0,3 mg/L sedangkan kandungan zat besi pada sampel air sebesar 0,9051 mg/L sangat jauh dari standar air minum.

Membran selulosa asetat dengan aditif dimetilformamida mampu mereduksi zat besi pada sampel air sebesar 61,04% hasil rejeksi ini tergolong tinggi dibandingkan dengan rejeksi yang diperoleh pada penelitian Harianingsih dan Maharani (2018) yang menggunakan membran selulosa asetat cassava sebesar 33,09%. Serta pada penelitian Raja (2017) yang menggunakan membran selulosa asetat termodifikasi zeolit yaitu sebesar 36,05%. Sekalipun pada penelitian ini rejeksi terhadap Fe tergolong tinggi namun permeat yang diperoleh belum memenuhi standar air bersih karena kadar Fe yang dihasilkan lebih besar dari 0,3 mg/L sesuai standar Permenkes Nomor: 492/Menkes/per/IV/2010 tentang kualitas air minum. Sedangkan zat kapur dapat direduksi sebesar 10,467%. Penurunan zat kapur pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan penelitian dari Yulistiani dan Yuka (2016) yang menggunakan membran keramik berbahan tanah liat, pasir, kaolin dan sekam padi yang mampu mereduksi ion kalsium dalam air dengan tingkat penurunan sebesar 88,61% sampai dengan 99,73%. Rendahnya koefisien rejeksi yang diperoleh diduga karena ukuran pori membran yang terbentuk lebih besar dibandingkan ukuran dari logam kalsium.

Selektivitas membran selulosa asetat pada penelitian lebih tinggi terhadap Fe dibandingkan dengan Ca. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yaitu ukuran partikel dan total konsentrasi masing-masing logam dalam sampel. jika ditinjau dari ukuran partikel nya dalam larutannya logam Ca akan terlarut dalam bentuk Ca<sup>2+</sup> sedangkan logam Fe mampu membentuk molekul yang lebih besar seperti Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sehingga ketika melewati membran logam Fe akan cenderung tertahan dikarenakan ukuran molekulnya yang besar sedangkan logam Ca akan cenderung diteruskan melewati membran karena ukurannya yang kecil. Selain itu rendahnya rejeksi Ca dibandingkan Fe juga dapat

dipengaruhi konsentrasi. Perbedaan konsentrasi Ca dan Fe yang sangat besar dalam sampel, yakni konsentrasi Ca 100 kali lebih besar dibandingkan Fe akan menyebabkan Ca akan lebih kompetitif dalam berinteraksi dengan permukaan membran. tingginya interaksi antara Ca dengan membran akan menyebabkan Ca akan lebih banyak diloloskan dalam permeat sedangkan Fe yang memiliki konsentrasi rendah akan cenderung tertahan karena kurangnya interaksi dengan permukaan membran sebab memiliki konsentrasi yang rendah dalam sampel.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasar data hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa:

Membran selulosa asetat dianggap lebih selektif terhadap zat besi (Fe) dibandingkan zat kapur (Ca) yang dapat dilihat dari nilai selektifitas membran selulosa asetat yaitu sebesar 61,04% terhadap zat besi (Fe) dan 10,467% terhadap zat kapur (Ca) Permeabilitas membran selulosa asetat semakin menurun seiring lamanya waktu kontak dengan harga fluks rata-rata sebesar 43,99 L/m<sup>2</sup>.Jam. yang memenuhi harga fluks yang diperbolehkan untuk suatu membran menurut Mulder (1991) yaitu 10 s.d 50 L/m<sup>2</sup>.Jam.

#### REFERENSI

- Aneela, S., Islam, A., Shafiq, M., Shafeeq, A., Butt, M.T.Z., Ahmad, N.M., Sanaullah, K., & Jamil, T. 2014. Novel Polymer Matrix Composite Membrane Doped with Fumed Silika Particles for Reverse Osmosis Desalination. *Desalination*, 1-12
- Anshori, J. A. 2005. *Spektrometri Serapan Atom*. Sumedang: Universitas Padjadjaran
- Ariyanti, D., Widiastuti, N., & Safarina, N. 2020. Kinerja Membran Plat Berpori Berbasis Selulosa Asetat yang Disintesis Secara Inversi Fasa untuk Ultrafiltrasi Bakteri *E.coli* di PDAM Surabaya. *Jurnal Teknol. Lingkungan*, 21(2), 165-173
- Bipp, H., Kieczka, H. 2005. "Formamides", *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Weinheim: Wiley-VCH
- Dinora, G. Q., & Purnomo, A. 2013. Penurunan kandungan zat kapur dalam air tanah dengan menggunakan media zeolit alam dan karbon aktif menjadi air bersih. *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), 78-82.
- Elma, M. 2017. *Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Harianingsih, H., & Maharani, F. 2018. Sintesis Membran Selulosa Asetat Cassava untuk Mikrofiltrasi Fe pada Limbah Batik Artifisial. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 3(2), 36-40.
- Ika, I., Tahril, T., & Said, I. 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara (The Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) Metals in The Sea Water of Coastal Area of Taipa's Ferry Harbor Subdistrict of North Palu). *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4), : 181-186, November 2012
- Jenti, U. B., & Nurhayati, I. 2014. Pengaruh penggunaan media filtrasi terhadap kualitas air sumur gali di Kelurahan Tambak Rejo Waru Kabupaten Sidoarjo. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), 34-38.
- Manik, C. 2016. *Pembuatan Membran Selulosa Asetat-Bentonit Alam sebagai Filtrasi Air Gambut Desa Kayu Labuogan Komerling Ilir*. (Tesis). Universitas Sumatera Utara, Medan
- Merta, I., & Putra, D. D. D. 2015. *Sintesis Polimer Membran Selulosa Asetat Dan Polietilen Glikol Dengan Nanopartikel Silika Sebagai Bahan Aditif Untuk Reverse Osmosis*. (Skripsi). ITS, Surabaya
- Mirwan, A., Indriyani, V., & Novianty, Y. 2017. Pembuatan membran ultrafiltrasi dari polimer selulosa asetat dengan metode inversi fasa. *Konversi*, 6(1), 12-17.
- Mulder, M. 1991. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publition: Netherland.
- Nisa, K. & Nadifah, H. 2020. Analisis Kadar Logam Fe dan Mn pada Air Kemasan (AMDK) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *AMINA*, 2(1), 6-12
- PERMENKES : 492/ Menkes/Per/IV/2010
- Raja, P. M. 2017. Pembuatan Membran Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Termodifikasi Mikro Zeolit Alam untuk Filtrasi Air Sungai. *Jurnal Agro Estate*, 1(1), 27-33
- Rosnelly, C. M. 2012. Pengaruh Rasio Aditif Polietilen Glikol Terhadap Selulosa Asetat pada Pembuatan Membran Selulosa Asetat Secara Inversi Fasa. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 9(1), 25-29
- Septa, B. 2017. Pengaruh Zat Kapur (Ca(OH)<sub>2</sub>) dalam Air Terhadap Calculus Indeks pada Murid Kelas V SDN 105 Baraka dan Murid Kelas V SDN 123 Bakti Kabupaten Enrekang. *Media Kesehatan Gigi*, 16(2)
- Silvia, V., Pinem, J. A., & Irianty, R. S. 2016. Sintesis Membran Selulosa Asetat untuk Desalinasi Air Payau. *Jurnal FTEKNIK*, 3(1),1-9,



- Sultan, A. D., Rizky, R., Hidayat, H., Mulyani, S., & Yusuf, W. A. 2020. Analysis of the Effect of Cross-sectional Area on Water Flow Velocity by Using Venturimeter Tubes. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 94-99.
- Suseno, N., Adiarto, T., & Atie S. 2003. Sintesis dan Optimasi Membran Selulosa Asetat pada Proses Mikrofiltrasi Bakteri. *Unitas*, 11(2), 29-45
- Surya, Y. 2010. *Mekanika dan Fluida 2*. Tangerang: PT Kandel
- Thaiyibah, N., Alimuddin, A., & Panggabean, A. S. 2016. Pembuatan dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat-PVC dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) untuk Adsorpsi Logam Tembaga (II). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(1), 29-35
- Widayanti, N. 2013. *Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format*. (Skripsi). UNEJ, Jember
- Zaiyar. 2016. Selektivitas Membran Hibrid PS/DMAc/PEG-Lempung dan PS/DMAc/Lempung Dalam Non Pelarut Campuran H<sub>2</sub>O/2-propanol. *Jurnal Photon*, 6(2), 149-155