

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai oleh penulis, penulis menggunakan beberapa alat dan bahan yang menunjang penelitian yaitu sebagai berikut :

3.1. Bahan Penelitian

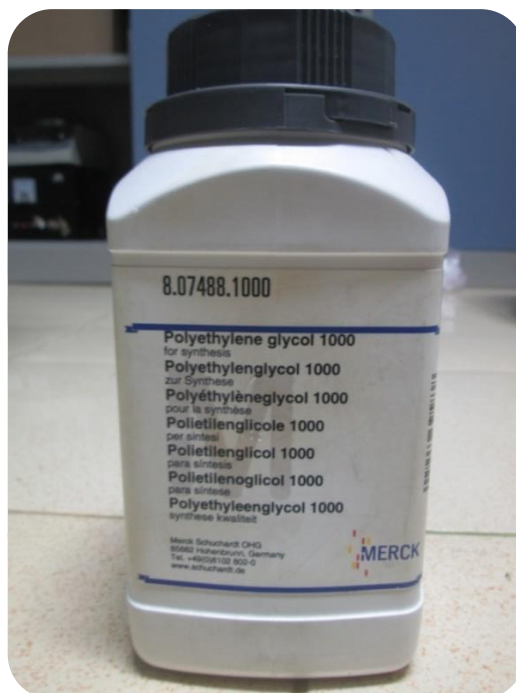
Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa bahan kimia yaitu sebagai berikut :

1. PES MW 5200 berbentuk serbuk diproduksi oleh Sumitomo Chemical Co, Tokyo, Japan digunakan sebagai zat pelarut / polimer untuk pembuatan larutan membran seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



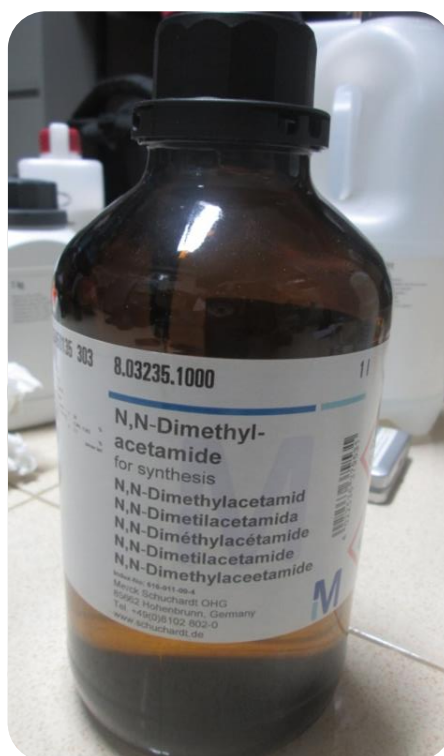
Gambar 3.1. PES MW 5200 Powder

2. PEG MW 1000 diproduksi oleh Merck Schuchardt OHG digunakan sebagai aditif seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



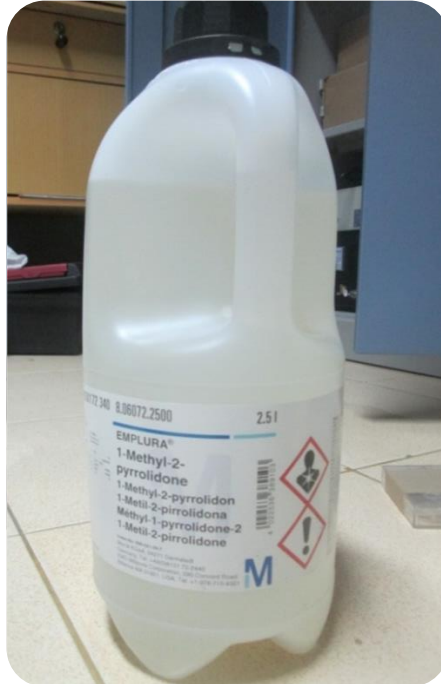
Gambar 3.2. PEG MW 1000

3. DMAc diproduksi oleh Merck Schuchardt OHG sebagai pelarut seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. DMAc

4. NMP diproduksi oleh Merck KGaA, EMD Millipore Co., USA digunakan sebagai pelarut untuk media gelatinisasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.4.



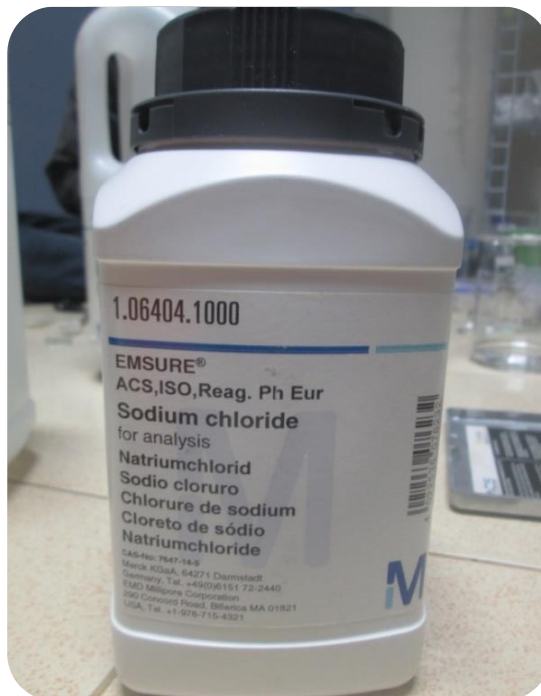
Gambar 3.4. NMP

5. *Polydimethylsiloxane* (PDMS) diproduksi oleh Dow Corning Corp. digunakan untuk pembuatan bagian layer pada mikrofilter seperti yang terlihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. PDMS

6. *Sodium chloride* / *Natrium Chloride* (NaCl) diproduksi oleh Merck KgaA, EMD Millipore Co., USA digunakan untuk larutan dialisat sebagai pengganti molekul nano dalam pengujian difusi seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. NaCl (*Natrium Chloride* /*Sodium Chloride*)

7. Akuades didapat di tempat bahan kimia Progo Mulyo digunakan sebagai larutan dialisat untuk tes difusi seperti yang terlihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Akuades

3.2. Alat penelitian

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah :

1. Alat Pelindung Diri (APD), antara lain : sarung tangan medis, masker, dan kaca mata
2. Timbangan digital

Pada penelitian ini timbangan digital ber-merk *ACIS Digital Scale MN-Series* yang digunakan untuk menimbang bahan – bahan dengan komposisi tertentu sebelum dicampurkan, seperti : PES, PEG dan NaCl seperti yang terlihat pada Gambar 3.8 dan Tabel 3.1.



Gambar 3.8. Timbangan digital

Tabel 3.1. Spesifikasi ACIS MN Series

Model Number	MN-200
Capacity	200g
Ketelitian	0.01 g
Weighing Pan	6.8 cm x 6.3 cm
Units	g / ct / oz / dwt

(www.acis.id)

3. *Hair Dryer*

Sebagai pengganti alat pengering yang digunakan adalah *hair dryer* bermerk Sanyo yang pakai untuk mengeringkan peralatan seperti : Gelas takar, Media kaca preparat, plat kaca media *glass slide*, dan lain – lain seperti yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Hair dryer Sanyo*

4. *HMS-79 Magnetic Heated Stirrer*

Alat ini sebagai pengganti kompor konvensional, suplai tenaga dari listrik dengan pengaduk menggunakan magnet yang berputar. Pada penelitian ini alat ini digunakan untuk mencampurkan dan memanaskan bahan – bahan seperti : PES, PEG, dan DMAc pada pembuatan *casting solution*, dan pencampuran pembuatan larutan NaCl dengan akuades, dan lain – lain seperti yang terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. HMS-79 Magnetic heated stirrer

5. Syringe Pump

Pompa ini bekerja dengan menggunakan tekanan yang dapat diatur pada laju aliran tertentu. Pada penelitian ini *syringe pump* digunakan untuk tes difusi dan tes *water flux* yang bertujuan untuk mengetahui performa membran setelah dilakukan fabrikasi dan modifikasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.11 dan Tabel 3.2.



Gambar 3.11. Syringe pump SK-500II

Tabel 3.2. Spesifikasi *syringe pump* SK-500II

Technical Specifications

Syringe Type	5, 10, 20, 30, 50 ml
Operating Mode	1) Flow rate mode, rate range: 0.1 - 1500ml/h (increment 0.1ml/h), maximum rate value depends on different syringes 2) Time mode, time range: 1 - 2000min, 0.1-999.9ml 3) Body weight mode, weight range: 0.1 - 300.0 kg; drug limit: 0.1 - 999.9mg; volume range: 0.1 - 999.9ml
Preset Volume	0.1-999.9ml
Accumulated Infusion Volume	0.1 - 999.9ml
Accuracy	± 3%
Flow Rate Range	5ml syringe: 0.1ml/h - 100ml/h (increment 0.1 ml/h) 10ml syringe: 0.1ml/h - 200ml/h (increment 0.1ml/h) 20ml syringe: 0.1ml/h - 400ml/h (increment 0.1ml/h) 30ml syringe: 0.1ml/h - 600ml/h (increment 0.1ml/h) 50ml syringe: 0.1ml/h - 1500ml/h (increment 0.1ml/h)
KVO Rate	On/Off; On: 0.1 - 5.0 ml/h
Bolus Rate	5ml syringe: 100ml/h; 10ml syringe: 200ml/h; 20ml syringe: 400ml/h; 30 ml syringe: 400 - 600ml/h; 50ml syringe: 400 - 1500ml/h

■ Environment

Temperature	5 - 40°C for operating, -20 - 50 C for storage
Air Pressure	86 - 106 kPa for operating, 50 - 106 kPa for storage
Humidity	20 % - 80 % for operating, 10 % - 95 % for storage

■ Others

Classification	Class II, Type BF
Dimension	310mm(L) × 125mm(D) × 115mm(H)
Weight	Approximately 1.8kg
Power Supply	100 - 240 VAC, 50/60 Hz
Fuse	T 2A 250 V
Shell Material	ABS plastic

(Shenzhen Shenke Medical Instrument Technical Development Co., Ltd.)

6. Digital Microscope

Mikroskop digital dalam penelitian ini digunakan untuk pengamatan WCA seperti yang terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Dino – Lite AM4515 Digital Microscope

7. Conductivity Meter

Pada penelitian ini, alat ukur konduktivitas ber-merk OAKTON digunakan untuk mengukur nilai konduktivitas dari larutan NaCl sebagai larutan dialisat seperti yang terlihat pada Gambar 3.13 dan Tabel 3.3.



Gambar 3.13. ECTester 11 OAKTON

Tabel 3.3. Spesifikasi ECTester 11 OAKTON

TDS Range	0 to 2000 μ S; 0 to 20.00 mS
TDS Resolution	10 μ S; 0.10 mS
Accuracy	\pm 1% full-scale (of range)
Calibration	Push button, one point per range
Temperature	32 to 122 °F (0 to 50 °C)
Waterproof / Dustproof (IP67)	Yes
ATC	Yes
Electrode	Replaceable
Power	Four 1.5 V batteries (included)
Battery life	> 150 hours
Dimensions	6-1/2"L x 1-1/2" diameter
Shipping weight	0.45 lbs

(www.4oakton.com)

8. Mikrometer

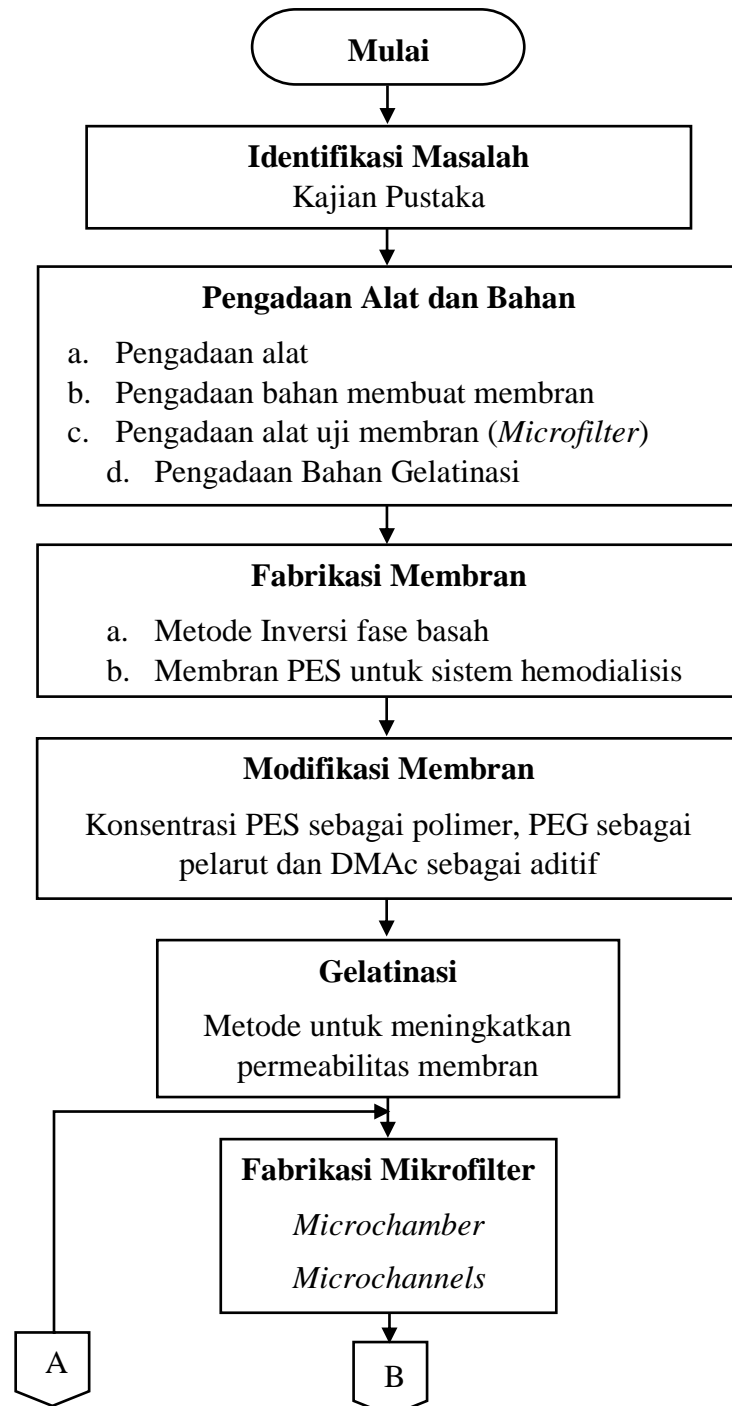
Alat ukur ber-merk Sylvac ini digunakan untuk mengukur ketebalan membran dalam satuan mm seperti yang terlihat pada Gambar 3.14.



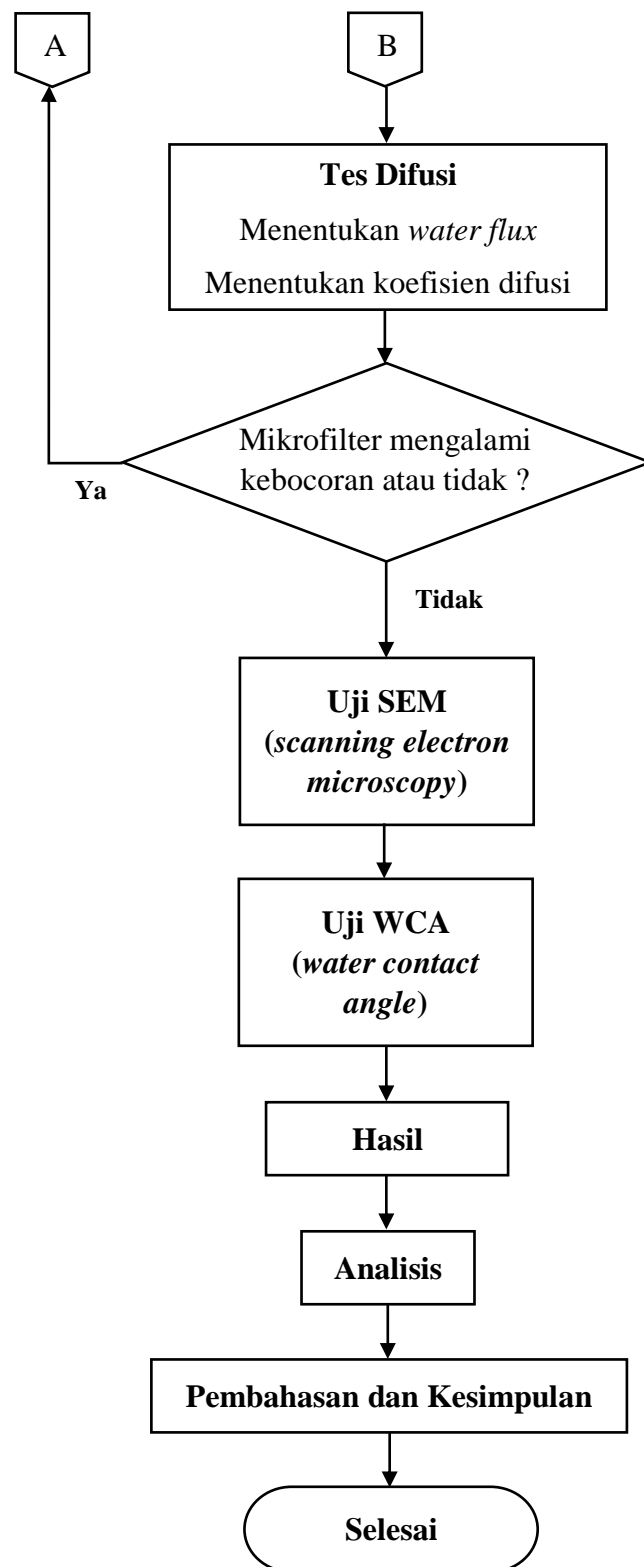
Gambar 3.14. Mikrometer Sylvac

3.3. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menjabarkan secara sistematis mengenai seluruh tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini. Tahapan ini dilakukan secara berurutan sesuai dengan proses penelitian dari mulai sampai dengan selesai. Berikut tertera diagram alir penelitian pada Gambar 3.15.



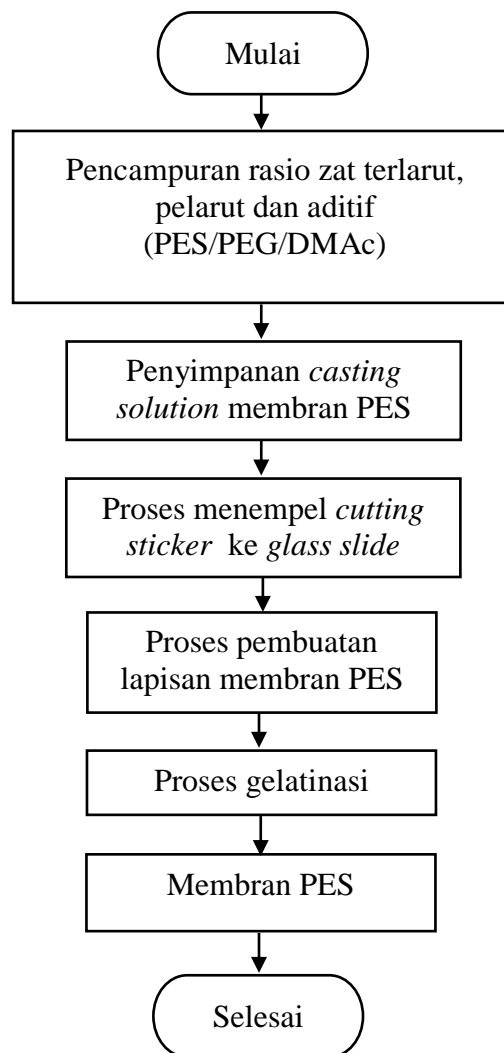
Gambar 3.15. Diagram alir penelitian



Gambar 3.15. Diagram alir penelitian (lanjutan)

3.4. Diagram Alir Proses Pembuatan Membran

Diagram alir ini menggambarkan secara prosedur alur proses pembuatan membran pada penelitian ini. Tahapan dilakukan dengan secara sistematis dari mulai sampai dengan selesai. Berikut digambarkan diagram alir pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16. Diagram alir pembuatan membran PES

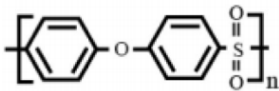
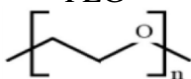
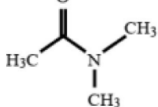
3.5. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini, penulis mengumpulkan referensi yang berasal dari buku, dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, yaitu mengenai komposisi *casting solution* PES dan konsentrasi media gelatinisasi untuk mendapatkan membran yang memiliki permeabilitas yang tinggi terhadap air (*water permeability*).

3.6. Proses Pembuatan *Casting Solution* PES

1. Mencampurkan zat terlarut yaitu bahan polimer PES dengan PEG dan DMAc. Bahan – bahan tersebut ditakar sesuai rasio pencampuran larutan seperti yang tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Rasio pencampuran larutan membran dan strukturnya (dalam satuan % berat)

PES (gram)	PEG (gram)	DMAc (gram)	Struktur
Zat Terlarut	Zat Pelarut	Aditif	<p>PES</p> 
17,5 %	14,5 %	68 %	<p>PEG</p> 
			<p>DMAc</p> 

2. Semua bahan – bahan dimasukkan ke dalam gelas ukur dan ditimbang menggunakan timbangan digital
3. Kemudian proses pencampuran menggunakan alat pemanas dan pengaduk magnet (*HMS-79 MAGNETIC HEATED STIRRER*)
4. Proses pemanasan *casting solution* berlangsung mencapai temperatur 80 °C maka *casting solution* akan berubah menjadi transparan kemudian didinginkan dan disimpan pada suhu ruangan selama 24 jam. Setelah itu *coating solution* sudah siap untuk pembuatan membran PES.

3.7. Proses Pembuatan Media Gelatinisasi

Media gelatinisasi terdiri dari akuades yang ditambahkan dengan NMP. Variasi konsentrasi NMP pada masing – masing media gelatinisasi dimaksudkan untuk meneliti seberapa besar pengaruh NMP untuk meningkatkan porositas membran. Tahapan yang pertama dalam pembuatan media gelatinisasi adalah menghitung jumlah volume NMP dalam satuan mL yang akan ditambahkan dengan akuades pada masing – masing media gelatinisasi, sehingga didapatkan rasio pencampuran NMP dan akuades sebagai media gelatinisasi pada Tabel 3.5. dan Gambar 3.17. Media gelatinisasi berikut :

Tabel 3.5. Rasio pencampuran NMP dan akuades sebagai media gelatinisasi

Kode Membran	Volum Pelarut Akuades (mL)	Persentase Zat Terlarut NMP (% berat)	Volum Zat Terlarut NMP (mL)
PES – 0	300	0	0
PES – 1	300	1	3
PES – 3	300	3	9
PES – 5	300	5	15
PES – 7	300	7	21



Gambar 3.17. Media Gelatinisasi dengan variasi NMP 0 %, 1%, 3%, 5%, 7% (berurutan dari kiri ke kanan)

3.8. Proses Pembuatan Membran PES

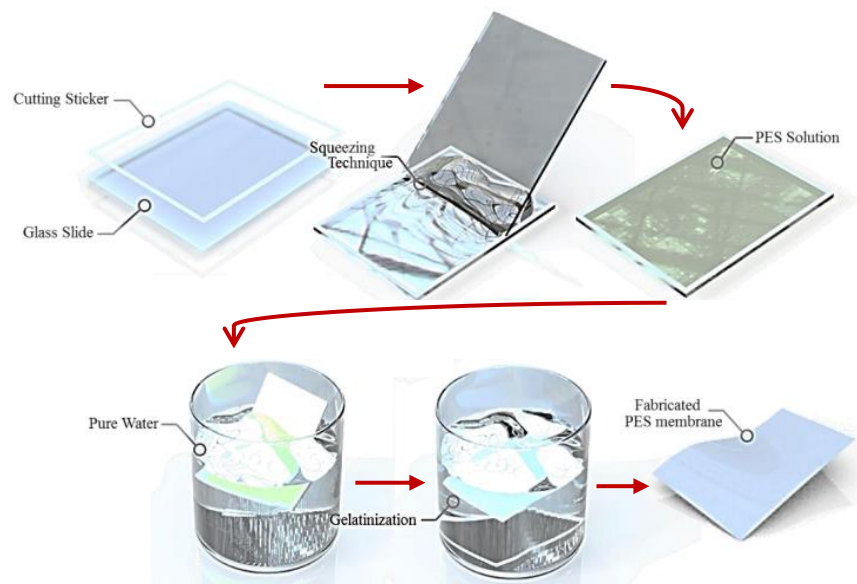
1. Menempelkan *vinyl cutting sticker* pada plat kaca atau media *glass slide*, ini bertujuan untuk mendapatkan lapisan membran yang tipis sesuai

dengan ketebalan stiker yaitu 100 μm seperti yang terlihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Kaca sebagai media *glass slide*

2. Selanjutnya proses pembuatan lapisan membran dengan cara menuangkan *casting solution* ke plat kaca kemudian meratakan permukaan kaca menggunakan plat kaca lainnya untuk mendapatkan lapisan membran tipis dan ketebalan yang diharapkan
3. Kemudian plat kaca dimasukkan ke dalam media gelatinisasi selama 24 jam.
4. Setelah mengalami proses gelatinisasi maka lapisan tipis membran akan terbentuk dan siap untuk dilakukan pengujian. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu lapisan membran dilepaskan dari media *glass slide*. Skema pembuatan membran PES dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Metode pembuatan membran (Wicaksono, 2015)

3.9. Mengukur Ketebalan Hasil Membran PES

Setelah membran PES terbentuk oleh media gelatinisasi selama 24 jam maka akan dilakukan pengukuran berupa tebal membran PES. Ketebalan membran diukur menggunakan mikrometer merk sylvac. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur tebal membran di tiga titik yang berbeda, kemudian dirata – ratakan dan dinyatakan sebagai tebal membran. Ketebalan membran dapat dijadikan parameter jenis membran termasuk kedalam mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, atau nanofiltrasi. Pengukuran ketebalan membran dapat dilihat pada Gambar 3.20. berikut.

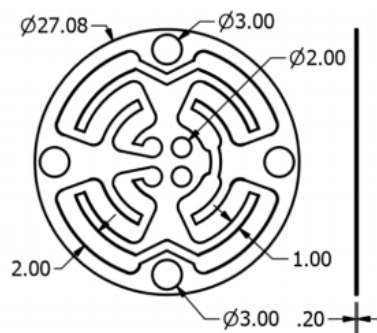


Gambar 3.20. Proses pengukuran ketebalan membran PES

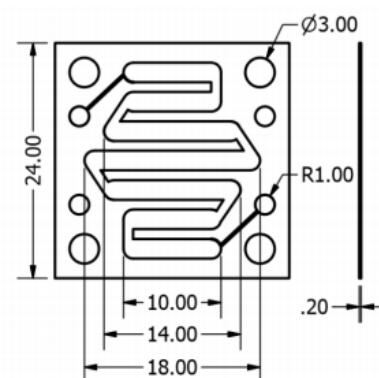
3.10. Tahap Persiapan dan Perancangan Alat Mikrofilter

Pada tahap pembuatan alat mikrofilter yang akan digunakan sebagai alat untuk pengujian *adsorption area* pada membran. Penulis menggunakan alat dan desain struktur layer pada penelitian Setyawan (2016) mengenai perancangan dan pembuatan mikrofilter dengan menggunakan bahan yang terbuat dari SS 316L. Penulis memilih alat dan desain mikrofilter tersebut karena desain struktur layer pada penelitian Setyawan (2016) merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gu (2009) dengan desain *structural layer* memiliki total *adsorption area* sebesar 144 mm². Kemudian Setyawan (2016) memodifikasi bentuk dari *adsorption area*, yang mengadopsi bentuk *maze*,

harapannya, dengan luas *adsorption area* yang lebih luas, maka dapat meningkatkan performa sistem dialisis pada *microfilter* dengan menyaring lebih banyak zat sisa metabolisme. Total luas *adsorption area* pada *structural layer* meningkat mencapai 192 mm^2 (Gambar 3.21). 30% lebih luas dibandingkan dengan desain sebelumnya (Gambar 3.22).



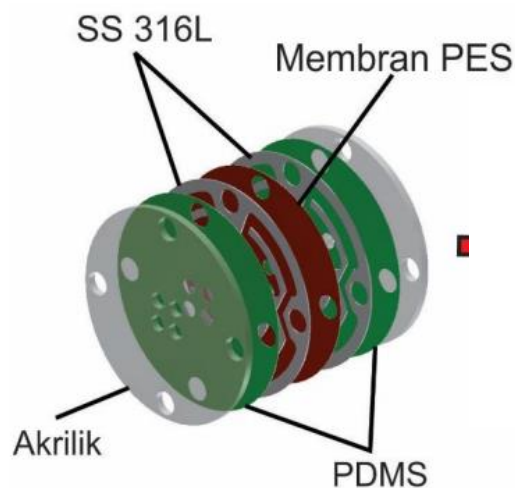
Gambar 3.21. Desain *structural* mengadopsi *maze-shaped* (Setyawan, 2016)



Gambar 3.22. Desain *structural layer* Gu (Gu, 2009)

3.11. Prosedur Pembuatan Mikrofilter

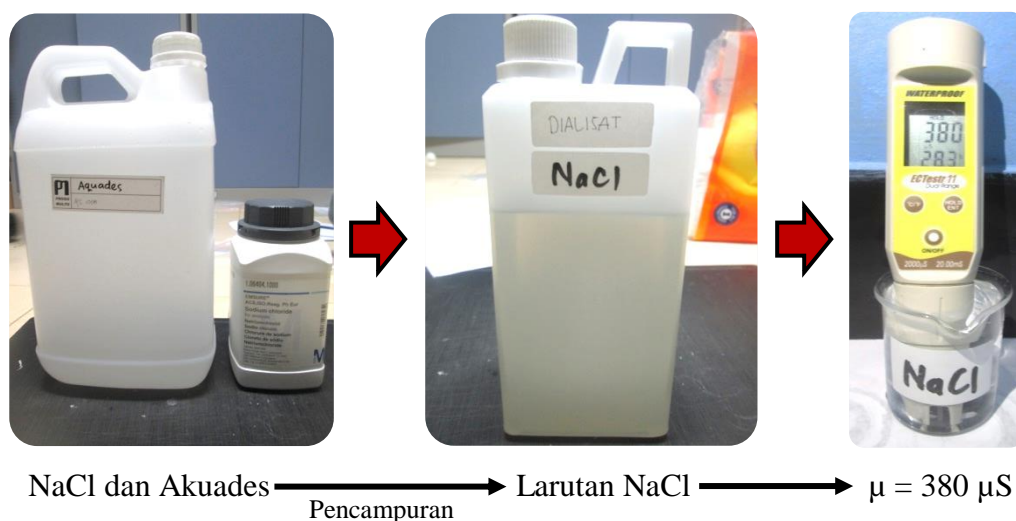
Satu unit mikrofilter terdiri dari beberapa komponen yaitu 2 buah layer SS136L, 1 buah membran PES, 2 buah PDMS dan 2 buah akrilik (gambar 3.23). Berikut penjelasan fabrikasi dari beberapa komponen mikrofilter pada Gambar 3.23 :



Gambar 3.23. Skema perakitan mikrofilter (Setyawan, 2016)

3.12. Proses Pembuatan Larutan NaCl

Larutan NaCl yang digunakan pada penelitian ini berupa serbuk *sodium chloride* atau nama lainnya *natrium chloride*. Untuk membuat larutan, NaCl dicampur dengan akuades. Komposisi larutan NaCl yang digunakan pada penelitian ini adalah 0,117 gram per 1 Liter akuades (2×10^{-3} mol). Proses pencampuran NaCl dan akuades dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*, proses ini dilakukan agar antara NaCl dan akuades dapat menjadi larutan yang benar-benar homogen. Nilai konduktivitas NaCl diukur dengan menggunakan *conductivity meter* dan terbaca sebesar 380 μS . Lihat skema pembuatan larutan NaCl pada Gambar 3.24. berikut :



Gambar 3.24. Pembuatan Larutan NaCl

3.13. Proses Tes Difusi

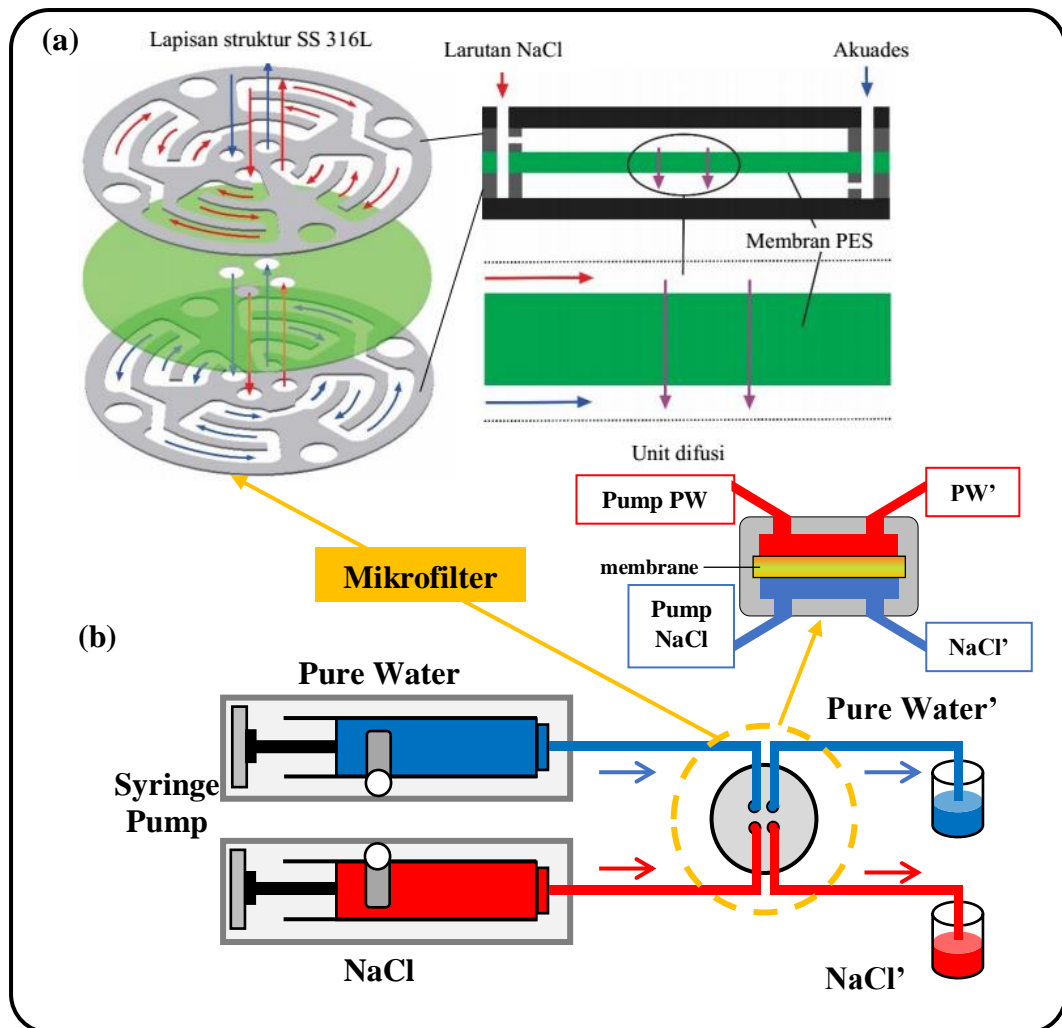
Tes difusi ini didesain dan digunakan sebagai miniatur dari sistem hemodialisis (*Manuscript Sanada, 2013*). Pada penelitian ini tes difusi dilakukan untuk mengetahui performa dari membran dengan konsentrasi *casting solution* dan media gelatinisasi yang telah dimodifikasi sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh To dkk, (2015). Pada penentuan suatu koefisien difusi suatu larutan digunakan alat berupa *conductivity meter* yang memiliki toleransi jarak pengukuran dari 0 sampai 2000 μS dan 0 sampai 20.00 mS. Pengukuran

menggunakan alat ini juga dilengkapi dengan pembacaan temperatur pada suatu larutan yang di uji. Mengingat pentingnya pengaruh suhu karena semakin tinggi suhu, partikel mendapatkan energi untuk bergerak dengan lebih cepat, maka semakin cepat pula kecepatan difusinya.

Untuk menguji performa membran PES dengan konsentrasi media gelatin NMP 0%, NMP 1%, NMP 3%, NMP 5%, dan NMP 7 %, maka dilakukan tes difusi. Hasil yang diharapkan dari pengujian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi NMP dalam media gelatin pada nilai permeabilitas membran terhadap air. Pada percobaan ini, tes difusi dilakukan dengan beberapa parameter yang telah ditentukan, yaitu suntikan yang digunakan memiliki volume 50 mL, laju aliran pada *syringe pump* 20 mL/jam. Waktu untuk tes difusi ditetapkan dalam waktu 90 menit. Untuk mengetahui molekul larutan NaCl dapat terdifusi pada membran PES, maka sebelum dan sesudah tes difusi dilakukan pengukuran konduktivitas larutan NaCl. Kemudian setelah selesai tes difusi larutan yang terdifusi ditampung dan diukur volume dan waktu untuk menghitung nilai permeabilitas membran.

3.13.1. Tes Difusi Untuk Menentukan Nilai Koefisien Difusi

Tes difusi ini dilakukan dengan mengalirkan larutan NaCl sebagai pengganti molekul nano ke dalam sisi masuk (*inlet*) pada mikrofilter, maka molekul yang lebih kecil dari ukuran pori – pori membran akan terdifusi melewati membran dan keluar pada sisi keluar (*outlet*) pada mikrofilter. Tes difusi dibagi menjadi dua jenis yang berbeda yaitu tes difusi jangka pendek (3 jam) dan panjang (1 bulan) (Prihandana, 2013). Pada penelitian ini tes difusi dilakukan dengan menggunakan tes difusi jangka pendek (3 jam) dengan sistem *single pass* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.25 berikut :

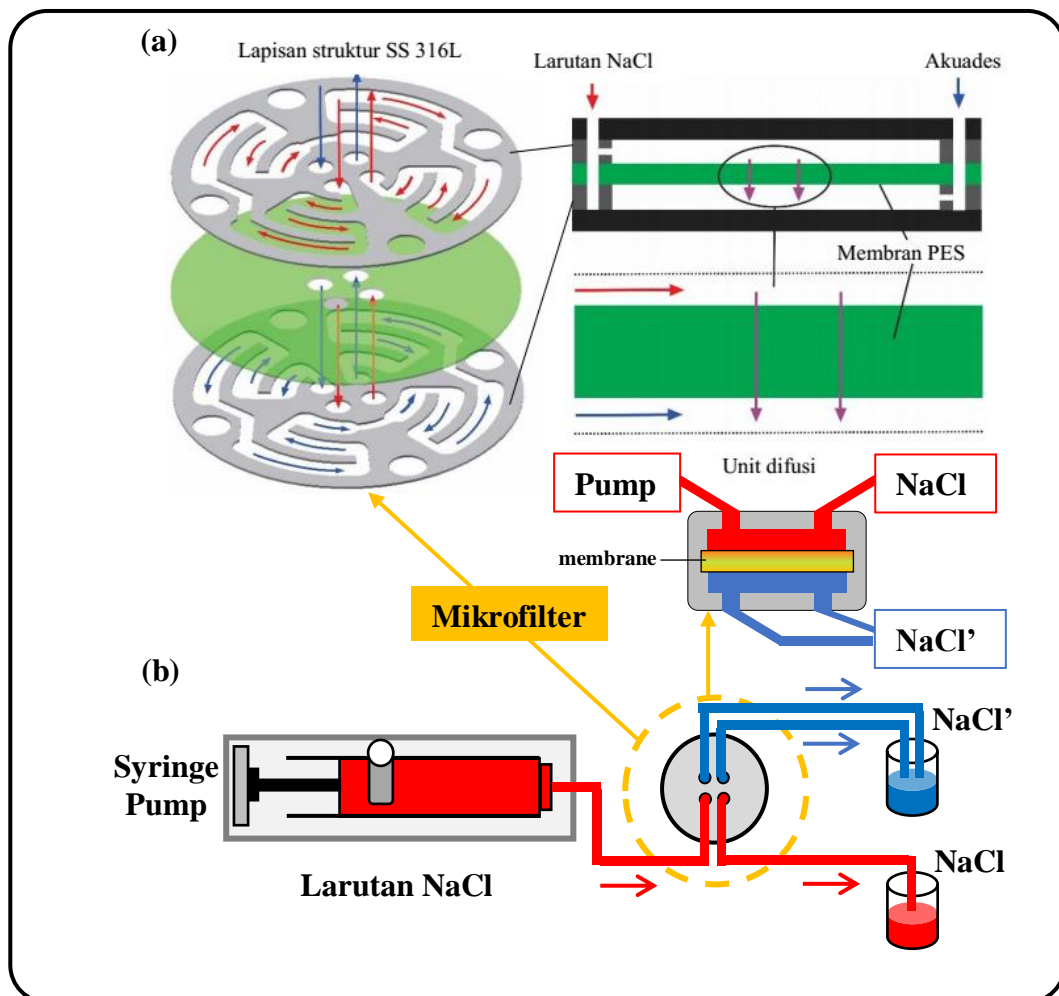


Gambar 3.25. Skema tes difusi untuk menentukan koefisien difusi : (a) Mikrofilter (Setyawan, 2016), (b) Tes difusi dengan *single pass system* (Manuscript Sanada, 2013)

3.13.2. Tes Difusi Untuk Menentukan Nilai *Water Flux*

Prinsip kerja dari tes difusi ini hampir sama dengan tes difusi dalam mencari nilai koefisien difusi yaitu mendifusikan larutan NaCl sebagai larutan uji untuk mengetahui konsentrasi dan volume yang terdifusi melewati pori – pori membran. Perbedaannya terletak pada larutan yang digunakan hanya ada satu larutan NaCl, dan hasil tes difusi berupa larutan NaCl yang hanya lewat (NaCl) dan larutan NaCl yang terserap (NaCl'), NaCl yang terserap disebut juga dengan permeat. Hasil permeat nantinya diukur volume dan konduktivitas larutannya.

Volume dari permeat ini menjadi parameter untuk menentukan jenis membran yang diuji bersifat permeabel atau tidak. Pengaruh lainnya adalah waktu, luas area difusi dan tekanan, parameter – parameter ini nantinya didapatkan dalam tes difusi kemudian dihitung untuk menentukan nilai *water flux* yang berarti mewakili permeabilitas dari suatu membran. Skema tes difusi ditunjukkan pada Gambar 3.26. :



Gambar 3.26. Skema tes difusi untuk menentukan *water flux* : (a) Mikrofilter (Setyawan, 2016), (b) Tes difusi dengan *single pass system* (Manuscript Sanada, 2013)

3.14. Prosedur Tes Difusi

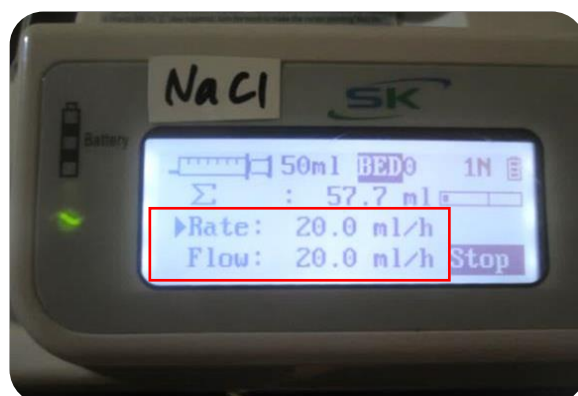
Tahapan – tahapan dalam melakukan tes difusi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat dan bahan seperti pada Tabel 3.6. berikut :

Tabel 3.6. Alat dan Bahan tes difusi

Alat	Bahan
<i>Syringe Pump</i>	Membran PES
Mikrofilter	Suntikan volume 50 mL
<i>Conductivity Meter</i>	Selang karet ukuran 1 mm
<i>Stopwatch</i>	Gelas ukur volum 50 mL
	Larutan NaCl
	Larutan akuades sebagai dialisat

2. Menggabungkan membran PES dengan mikrofilter sesuai dengan gambar 3.24. Pasang dan kencangkan baut pada sisi – sisi mikrofilter
3. Menyiapkan larutan NaCl, sebelumnya larutan tersebut diukur konduktivitasnya dengan menggunakan *conductivity meter*.
4. Memasangkan selang dari *syringe pump* ke dalam sisi masuk larutan NaCl pada mikrofilter. Masukkan juga selang keluar dari mikrofilter ke gelas penampung cairan yang akan terdifusi.
5. Mengatur *flow rate* (laju aliran) pada *syringe pump* yaitu 20 mL/jam seperti yang tertera pada Gambar 3.27.



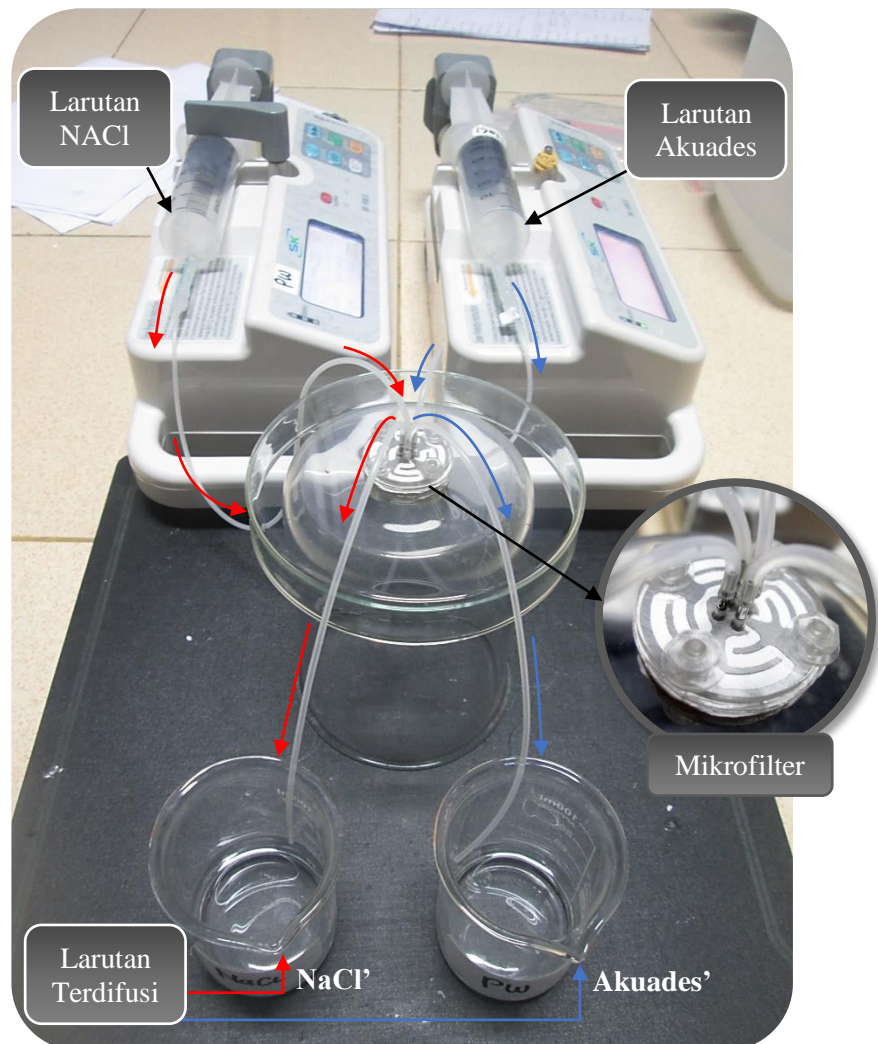
Gambar 3.27. Mengatur *flow rate* pada *syringe pump*

6. Kemudian jalankan *syringe pump* dengan menekan tombol “START” pada kontrol tombol seperti yang terlihat pada Gambar 3.28.

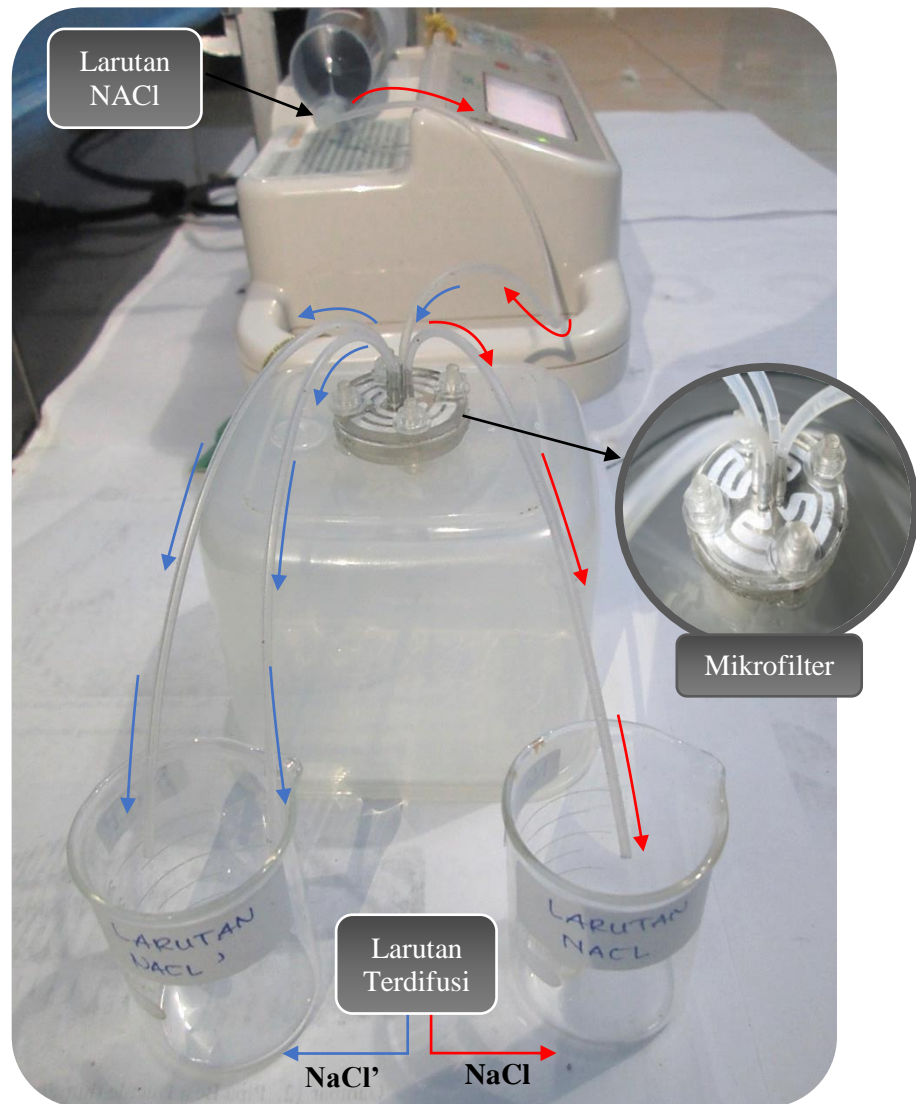


Gambar 3.28. Panel tombol *syringe pump*

7. Tunggu sampai proses selesai. Kemudian catat data – data pada lembar pengambilan data. Berikut skema tes difusi pada Gambar 3.29 dan 3.30:



Gambar 3.29. Skema tes difusi untuk menentukan koefisien difusi



Gambar 3.30. Skema tes difusi untuk menentukan *water flux*

8. Kemudian tahap selanjutnya data tersebut dianalisis dan dihitung untuk mengetahui nilai koefisien difusi dan permeabilitas membran dengan menggunakan rumus 4.1 dan 4.2 berikut ini :

Berikut adalah rumus untuk menghitung koefisien difusi dan *water flux* :

$$D_c = \frac{Q \times H}{A} \times \ln \left[\frac{C_B - C_A}{C_{B'} - C_{A'}} \right] \dots \dots \dots (3.1.)$$

Dimana : D_c : *Diffusion coefficient* (mm²/detik)

Q : *Flow rate* dari larutan NaCl (mL/menit)

H : Ketebalan membran (μm)

A : Area difusi membran (mm²)

C_A : Konsentrasi awal larutan NaCl (μS)

$C_{A'}$: Konsentrasi akhir larutan NaCl yang terserap NaCl (μS)

C_B : Konsentrasi awal larutan dialisat (μS)

$C_{B'}$: Konsentrasi akhir larutan dialisat yang terserap (μS)

$$\text{Water Flux (WF)} = \frac{Q}{A \times t \times P} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana : WF : *Water Flux* (mL/m² jam mmHg)

Q : Volume permeat (miliLiter)

A : Luas area difusi membran (m²)

t : Waktu pengujian (jam)

P : Tekanan pembuluh darah arteri (mmHg)

9. Setelah tes difusi selesai, larutan hasil pengujian disimpan didalam botol larutan seperti pada gambar 3.31. dan 3.32 berikut :



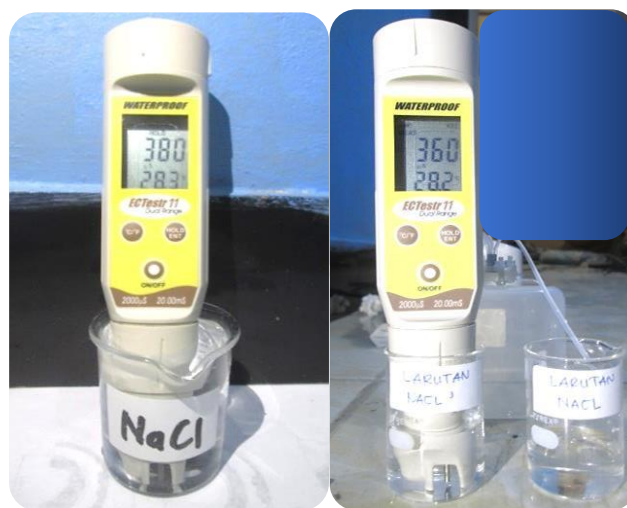
Gambar 3.1. Botol penyimpanan larutan terdifusi (*water flux*)



Gambar 3.32. Botol penyimpanan larutan terdifusi (koefisien difusi)

3.15. Pengamatan Nilai Konduktivitas Larutan Dialisat Setelah Tes difusi

Nilai konduktivitas dapat mewakili jumlah konsentrasi molekul dalam suatu larutan. Pengamatan nilai konduktivitas pada larutan dialisat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap awal dan akhir pengukuran. Tahap awal dilakukan pengukuran sebelum larutan dialisat melalui tes difusi dan tahap akhir dilakukan sesudah larutan dialisat terdifusikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai konduktivitas larutan dialisat yang terdifusi dengan membandingkan nilai konduktivitas awal dan akhir larutan. Berikut skema pengamatan konduktivitas pada Gambar 3.33.



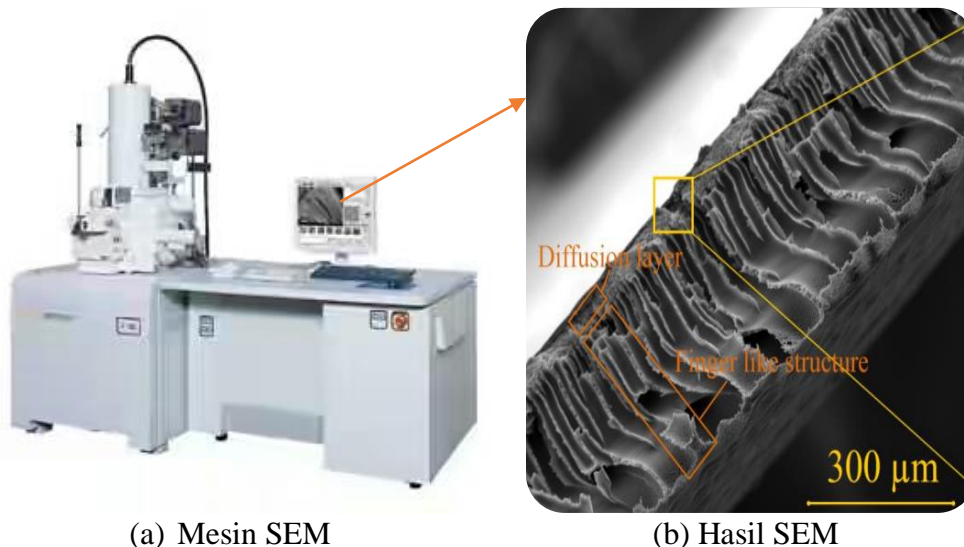
Sebelum tes difusi

Sesudah tes difusi

Gambar 3.33. Pengukuran konduktivitas menggunakan *conductivity meter*

3.16. Karakterisasi Permukaan Membran Menggunakan SEM

Pengamatan struktur mikro ini dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) JSM-7500F seperti yang terlihat di Gambar 3.34. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan membran PES yang telah dimodifikasi pada *casting solution* dan media gelatinisasi. Dengan menggunakan SEM diharapkan dapat mengidentifikasi struktur morfologi yang berbentuk seperti pori – pori berlubang dengan ukuran dan jumlah tertentu kemudian dapat dilakukan analisis yang berhubungan dengan performa membran dalam menyerap (*porosity*).



(a) Mesin SEM (b) Hasil SEM
Gambar 3.34. SEM JSM-7500F; (a).www.jeol.co.jp; (b) (Prihandana, 2013)

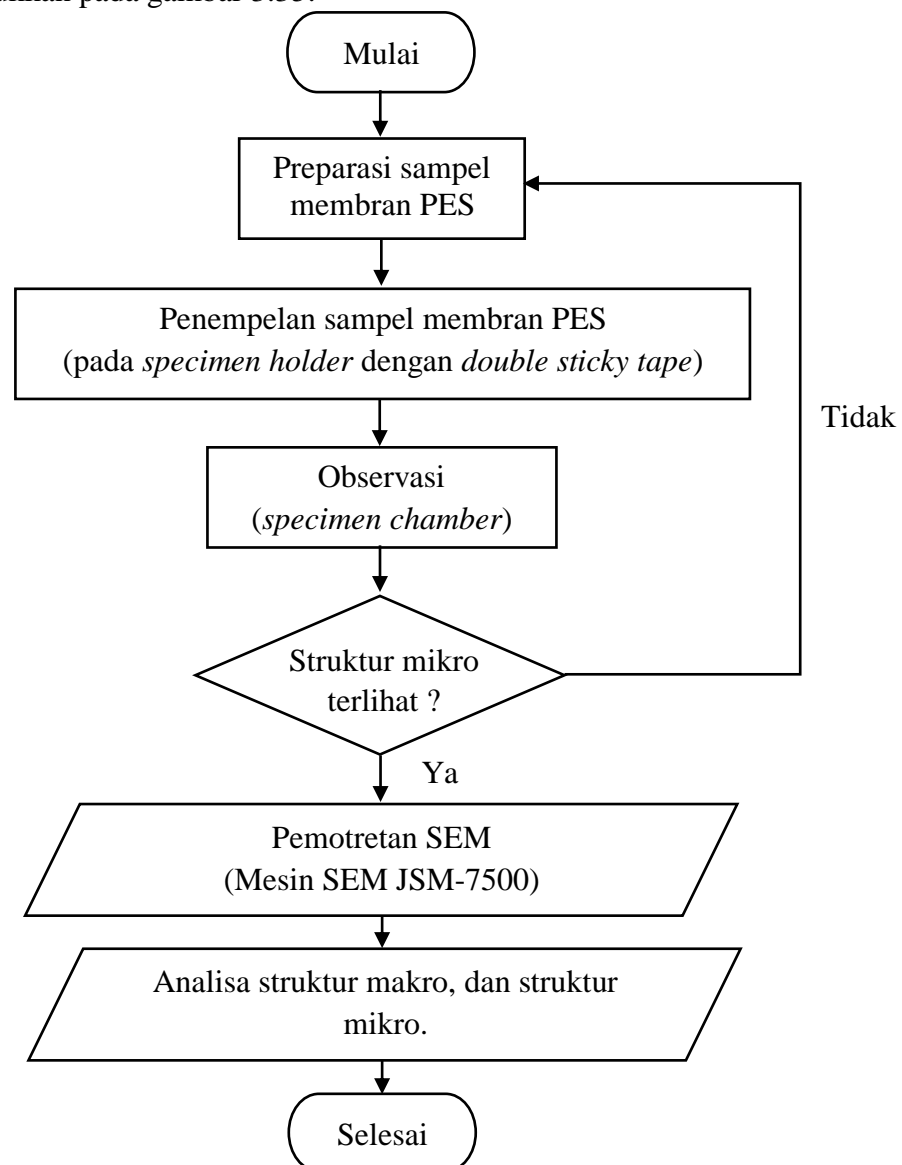
3.17. Prosedur Pengujian SEM

Langkah – langkah dalam melakukan pengujian SEM dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan pemotretan, material uji harus bersih, kering, dan permukaan spesimen yang rata, bebas dari kotoran, tidak berminyak maupun mengkilap sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pemotretan yang baik.
2. Menempelkan material uji pada *specimen holder* dengan menggunakan *double sticky tip* untuk mendapatkan posisi spesimen yang *rigid*.

3. Material uji dimasukkan ke dalam *specimen chamber* pada mesin SEM JSM-7500 untuk melakukan observasi pada spesimen uji sebelum dilakukan pemotretan.
4. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan perbesaran yang diinginkan untuk mengetahui butiran, batas butir, keretakan, dan dislokasi.
5. Hasil pemotretan berupa gambar SEM yang kemudian dianalisis struktur makro, dan struktur mikro.

Prosedur dari pengujian SEM ini dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.35.

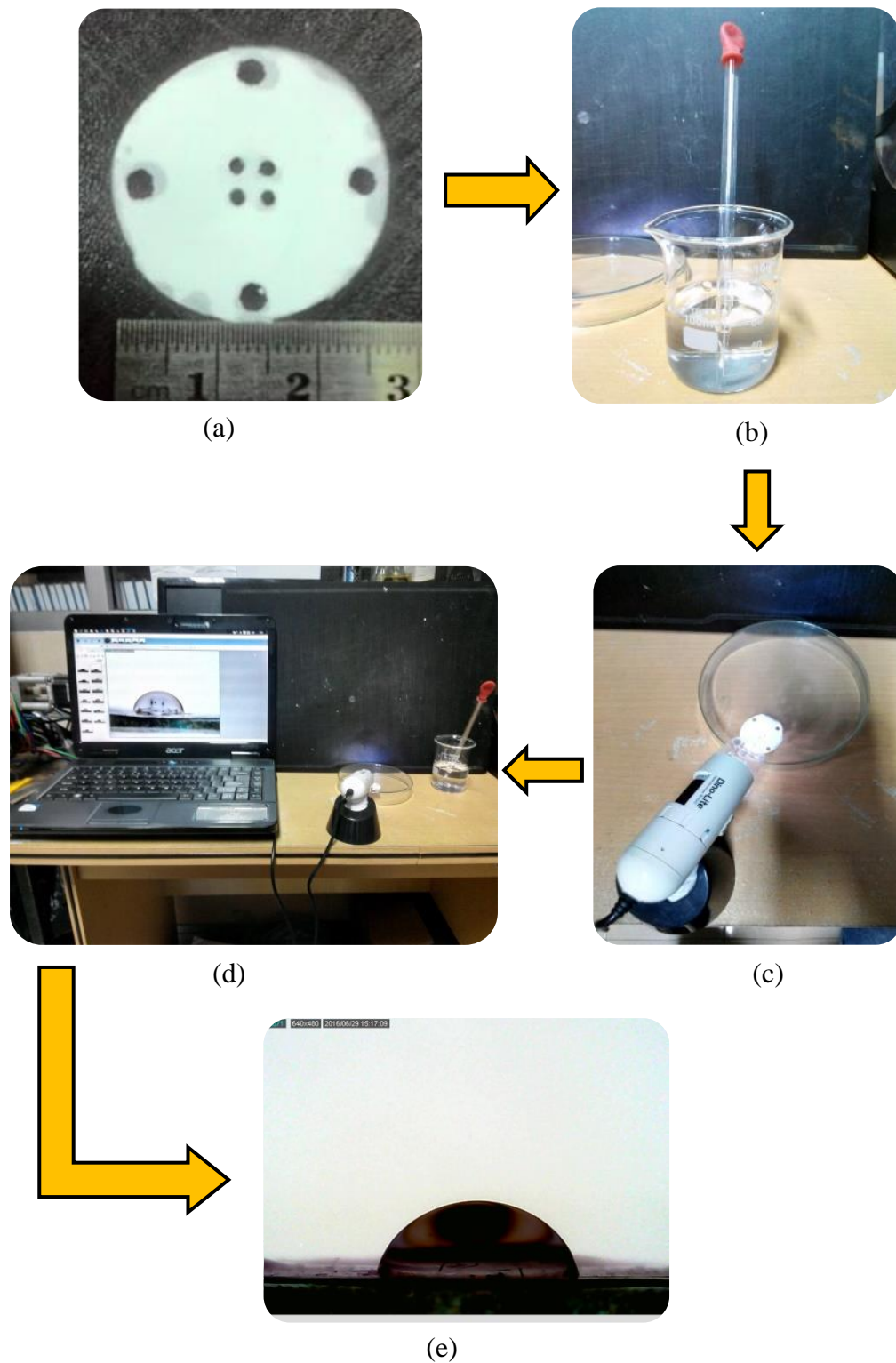


Gambar 3.35. Diagram Alir Pengujian SEM JSM-7500F

3.18. Pengamatan WCA

Dalam penelitian ini pengamatan WCA dilakukan bertujuan untuk mengetahui efek dari pelarut PEG pada konsentrasi *casting solution*, kemudian pengamatan dilakukan pada permukaan atas membran PES tergolong dalam hidrofilik atau hidrofobik. Pengamatan ini dilakukan pada temperatur ruangan dan menggunakan metode *sessile drop* yaitu dengan cara meneteskan akuades pada permukaan membran yang kering kemudian diamati dan diambil gambar menggunakan mikroskop (*Dino Lite Digital Microscope*). Untuk meminimalkan kesalahan dan validasi data pada percobaan, percobaan WCA dilakukan pada tiga lokasi berbeda pada masing – masing sampel. Berikut penjelasan percobaan WCA dan skema dapat dilihat pada Gambar 3.36 :

1. Mempersiapkan sampel membran PES (lima sample), untuk validasi data, sampel yang dipilih berupa membran PES setelah dilakukan tes difusi. Sebelumnya membran PES dibersihkan dari debu maupun kotoran yang menempel pada permukaan dan membran PES harus dalam keadaan kering (Gambar 3.36a)
2. Mempersiapkan mikroskop (*Dino Lite Digital Microscope*) yang digunakan untuk mengamati sampel dan mengambil gambar yang telah terhubung dengan antar muka laptop maupun komputer
3. Melakukan percobaan WCA pada sampel membran PES, dilakukan dengan cara meneteskan akuades murni menggunakan pipet (Gambar 3.36b) pada titik lokasi pertama yang akan diamati. Percobaan dilakukan pada tiga lokasi berbeda pada masing - masing sampel (Gambar 3.36c)
4. Kemudian dilakukan pengamatan WCA dan pengambilan gambar dengan mikroskop. Hasilnya dapat dilihat di laptop atau komputer (Gambar 3.36d). Pada gambar 3.36e adalah hasil gambar dari percobaan WCA.



Gambar 3.36. Skema Percobaan WCA ; (a) Persiapan sampel membran, (b) Media tetes WCA, (c) Pengamatan menggunakan mikroskop, (d) Pengambilan gambar, (e) Hasil WCA