

PENGARUH KOMPOSISI LARUTAN CETAK (PVDF/NMP/PEG) DAN NON PELARUT (H₂O/CH₃OH) TERHADAP KINERJA MEMBRAN PVDF DALAM PEMISAHAN PEWARNA INDIGO

THE EFFECT OF CASTING SOLUTION COMPOSITION (PVDF/NMP/PEG) AND NON SOLVENT (H₂O/CH₃OH) ON PVDF MEMBRANES PERFORMANCE IN THE INDIGO DYE SEPARATION

Tri Margiyani*, Maria Monica SBW, dan Nita Kusumawati
Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural sciences
State University of Surabaya
Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761
*Corresponding author, email: m3_ngadirojo@yahoo.co.id

Abstrak. Penggunaan pewarna indigo pada industri tekstil yang semakin besar menimbulkan dampak negatif, yakni semakin besarnya pencemaran air. Hal ini karena akumulasi dari limbah pewarna indigo dalam konsentrasi besar dapat menghalangi sinar matahari menembus dasar perairan, sehingga mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air. Salah satu bentuk teknologi pengolahan limbah adalah menggunakan membran PVDF. Pada penelitian ini dilakukan variasi komposisi larutan cetak dan non pelarut yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi larutan cetak yang mengandung aditif PEG (PVDF/NMP/PEG) dan larutan non pelarut (H₂O/CH₃OH) terhadap karakteristik mekanik dan kinerja (fluks dan rejeksi) membran PVDF yang dihasilkan dari metode preparasi secara inversi fasa dengan teknik perendaman-pengendapan. Membran PVDF padat kemudian diuji kinerja dan kekuatan mekaniknya, serta uji morfologi pada membran terbaik. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu membran pada komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% H₂O memiliki nilai fluks paling besar yaitu 3330 Lm⁻²jam⁻¹. Membran pada komposisi 16/84/0 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% CH₃OH memiliki nilai rejeksi maksimum sebesar 94,66% dan memiliki nilai modulus young maksimum sebesar 2575 N/m². Berdasarkan nilai rejeksi dan fluks membran, diperoleh membran PVDF dengan komposisi terbaik yaitu pada komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 50% H₂O : 50% CH₃OH. Pada komposisi tersebut nilai fluks, koefisien rejeksi, dan nilai modulus young berturut-turut adalah 1837 Lm⁻²jam⁻¹, 93,59%, dan 983 N/m².

Kata Kunci: membran PVDF, PEG, kinerja, karakteristik mekanik, pewarna indigo.

Abstract. The use of indigo dye a large amount in the textile industry have a negative impact, on increasing of water pollution. The reason is the accumulation of indigo dye wastewater in large concentrations can block sunlight to penetrate the water base, so it causes aquatic life disruption. One form of wastewater treatment technology is using PVDF membrane. In this research, variations in composition of casting solution and non-solvent aims to determine these effect which containing PEG additives (PVDF/NMP/PEG) and non-solvent solution (H₂O/CH₃OH) on the mechanical and performance characteristics (flux and rejection) PVDF membrane is resulted by on phase inversion preparation methods with immersion-precipitation technique. Then solid PVDF membrane is tested the performance, mechanical strength, and the morphology test on the best membrane. The results obtained on this research are the membrane composition of 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) with a non-solvent of 100% H₂O has the highest flux value is 3330 Lm⁻²hours⁻¹. Moreover, membrane on the composition of 16/84/0 (PVDF/NMP/PEG) with a 100% non-solvent CH₃OH has a maximum rejection value is 94.66% and has a maximum modulus young value is 2575 N/m². Based on the rejection value and flux membranes, PVDF membrane was obtained by the best composition is in the composition of 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) with a non-solvent 50% H₂O: 50% CH₃OH. In that composition of the flux value, rejection coefficient, and modulus young value respectively are 1837 Lm⁻²hours⁻¹, 93.59%, dan 983 N/m².

Keywords: PVDF membrane, PEG, performance, mechanical characteristics, indigo dye.

PENDAHULUAN

Industri tekstil adalah salah satu industri yang sedang berkembang pesat di Indonesia. Perkembangan industri ini membawa dampak positif yang berupa perkembangan kualitas dan kuantitas *home industry* tekstil, yang secara otomatis akan meningkatkan lapangan pekerjaan dan pendapatan bagi masyarakat di sekitar industri pada khususnya dan negara pada umumnya.

Selain membawa dampak positif, perkembangan industri tekstil juga membawa dampak negatif yang berupa peningkatan pencemaran lingkungan terutama pencemaran air, mengingat industri ini merupakan salah satu industri yang sangat konsumtif terhadap air. Selain konsumtif terhadap air, industri tekstil juga banyak menggunakan bahan-bahan kimia terutama pewarna tekstil pada proses produksinya. Salah satu zat pewarna yang banyak digunakan dalam pewarnaan produk tekstil adalah *Indigo*.

Indigo merupakan senyawa organik dengan rumus kimia $C_6H_7NO_2$. *Indigo* mampu menghasilkan warna biru yang khas dan sangat tahan terhadap cahaya matahari maupun pencucian. *Indigo* dapat larut dalam DMSO, kloroform, nitrobenzena, dan asam sulfat. Penggunaan zat warna *indigo* dalam suatu proses pewarnaan tekstil menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Hal ini karena akumulasi dari limbah pewarna ini dalam konsentrasi besar dapat menghalangi sinar matahari menembus dasar perairan, sehingga mengakibatkan terganggunya kehidupan biota air. Selain itu, pewarna *indigo* juga bersifat toksik bagi manusia karena memiliki potensi karsinogenik (penyebab kanker).

Salah satu bentuk teknologi pengolahan limbah adalah menggunakan membran. Membran merupakan rintangan dua fasa dan membatasi perpindahan jenis spesi kimia dengan gaya tertentu [1]. Teknologi membran memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan proses lain, antara lain : (a) pemisahan dapat dilakukan secara kontinu, (b) konsumsi energi umumnya relatif lebih rendah, (c) proses membran dapat dengan mudah dikombinasikan dengan proses pemisahan lain (*hybrid processing*), (d) pemisahan dapat dilakukan dalam kondisi yang mudah diciptakan, (e) mudah dalam *scale up*, dan (f) tidak memerlukan adanya bahan tambahan.

Pada umumnya membran yang digunakan adalah membran berbahan alam dari kitosan. Hasil koefisien rejeksi pemisahan yang dihasilkan oleh membran

kitosan terhadap senyawa pewarna tekstil dapat mencapai lebih dari 90% [2]. Akan tetapi membran tersebut masih memiliki beberapa kelemahan diantaranya adalah ketahanannya yang lemah terhadap tarikan dan regangan, mudah retak, dan pori-pori yang berbentuk spons. Metode baru yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair yakni menggunakan membran *Polyvinylidene fluoride* (PVDF).

PVDF adalah sebuah polimer semi-kristalin yang mengandung fase kristal dan amorf, dengan temperatur gelas sangat rendah ($-40\text{ }^\circ\text{C}$), yang menjadikannya cukup fleksibel dan cocok untuk aplikasi membran dengan temperatur operasional yang berada pada rentang $-50\text{ }^\circ\text{C}$ dan $140\text{ }^\circ\text{C}$ [3]. Metode penyaringan zat pewarna *Indigo* menggunakan membran PVDF sangat diperlukan karena membran PVDF merupakan material yang cukup penting dalam pembuatan membran ultrafiltrasi (UF) karena ketahanan kimia yang dimilikinya [4].

Sejumlah metode terus dikembangkan untuk preparasi membran PVDF, diantaranya adalah inversi fasa, sintering, dan *track etching* [5]. Namun pada saat ini, sebagian besar membran komersial dipreparasi menggunakan metode inversi fasa terutama karena prosesnya yang sederhana dan skala produksinya yang fleksibel, sehingga dapat menjaga biaya produksi tetap rendah. Metode ini juga merupakan metode utama yang digunakan untuk preparasi membran PVDF dan mendapatkan banyak perhatian dari para peneliti [6].

Pada penelitian ini, preparasi membran PVDF akan dilakukan dengan menggunakan metode inversi fasa dengan proses perendaman-pengendapan menggunakan koagulan air dan metanol. Proses perendaman-pengendapan sendiri merupakan suatu proses dimana larutan polimer dicetak pada lapisan pendukung yang sesuai, kemudian diredam dalam bejana koagulasi yang berisi larutan non pelarut. Pergantian pelarut dari larutan primer dengan non pelarut dari bejana koagulasi akan menghasilkan pemisahan fasa [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi larutan cetak yang mengandung aditif PEG (PVDF/NMP/PEG) dan larutan non pelarut (H_2O/CH_3OH) terhadap karakteristik mekanik dan kinerja (fluks dan rejeksi) membran PVDF yang dihasilkan dari metode preparasi secara inversi fasa dengan teknik perendaman-pengendapan dalam larutan non pelarut air/methanol. Komposisi yang digunakan dalam pembuatan membran PVDF beracuan pada *Journal of Membrane Science*

375 karena pada komposisi tersebut dihasilkan karakteristik dan kinerja membran yang ideal [4]. Membran PVDF yang terbentuk, selanjutnya akan diuji kinerjanya dalam pemisahan pewarna *indigo*.

METODE

Alat. Cawan petri, stirer magnetik, plat kaca, besi penggilas, neraca digital, gelas kimia 100 mL, labu ukur 1000 mL, reaktor membran “*Dead-end*”, autograph, spektrofotometer UV-Vis, dan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Bahan. *Polyvinylidene fluoride* (PVDF), *Polyethylene glycol* (PEG), *N-Methyl-2-pyrrolidone* (NMP), aquades, metanol, dan larutan indigo 50 ppm

Prosedur Penelitian

Preparasi membran PVDF

Polimer PVDF dan porogen PEG dilarutkan dalam pelarut NMP sambil distirer menggunakan stirer magnetik selama 15 menit hingga menjadi larutan cetak yang homogen. Larutan cetak direndam dalam bak koagulasi berisi campuran non pelarut air dan methanol sampai membran PVDF lepas dari cawan petri. Membran PVDF padat digilas untuk mengurangi kandungan non pelarut kemudian dikeringkan di atas plat kaca.

Analisa permeabilitas membran PVDF

Membran PVDF yang sudah kering dipotong sesuai ukuran alas dari reaktor “*Dead-end*” kemudian alat dirangkai kembali dan dioperasikan pada tekanan 1 atm menggunakan larutan umpan pewarna indigo 50 ppm. Dicatat waktu hingga semua larutan melewati membran.

Analisa selektivitas membran PVDF

Larutan indigo sebelum dan setelah dialirkan melalui membran PVDF, diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 720 nm.

Analisa kekuatan mekanik membran PVDF

Membran PVDF dipotong dengan ukuran 6 x 2 cm kemudian dipasang pada alat autograph dan dioperasikan.

Analisa morfologi membran PVDF

Membran PVDF dilihat morfologi permukaan dan penampang melintangnya menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Membran PVDF

Pada penelitian ini, membran *Polyvinylidene fluoride* (PVDF) dipreparasi menggunakan metode inversi fasa dengan teknik perendaman-pengendapan. Pemilihan metode pada preparasi membran PVDF berdasarkan pada fakta bahwa metode preparasi tersebut sederhana dan skala produksinya lebih fleksibel [4].

Proses preparasi membran PVDF diawali dengan pembuatan larutan cetak dengan bahan awal material PVDF ditambahkan porogen *Polyethylene glycol* (PEG) dilarutkan dalam pelarut *N-Methyl Pyrrolidinone* (NMP). NMP merupakan salah satu pelarut yang terbaik dari polimer PVDF [4]. Semakin mudah molekul polimer dilarutkan dalam pelarutnya, maka akan semakin mudah pula terbentuknya konfigurasi polimer yang terdistribusi secara seragam dalam larutan cetak. Demikian juga sebaliknya, kelarutan molekul polimer yang rendah akan menyebabkan terjadinya agregasi molekul polimer.

Penambahan porogen PEG pada larutan cetak, ditujukan untuk meningkatkan porositas membran PVDF yang dihasilkan. Proses pelarutan polimer PVDF dan porogen PEG dalam pelarut NMP dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga diperoleh larutan cetak yang homogen. Larutan cetak membran PVDF kemudian dicetak dalam cawan petri. Untuk mendapatkan membran PVDF padat, dilakukan proses perendaman-pengendapan larutan cetak dalam bak koagulasi yang berisi non pelarut. Proses pergantian pelarut dari larutan cetak dengan non pelarut dari bak koagulasi menghasilkan proses pemisahan fasa.

Membran PVDF padat yang dihasilkan dari proses perendaman-pengendapan tersebut diatas, kemudian dicuci menggunakan aquades. Hal tersebut dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut NMP dan porogen PEG. Kemudian membran PVDF

padat yang telah dicuci dikeringkan dan disimpang diatas plat kaca.

Analisa Permeabilitas Membran PVDF

Permeabilitas merupakan ukuran kecepatan dari suatu spesi menembus membran. Permeabilitas membran sangat dipengaruhi oleh jumlah pori, ukuran pori, tekanan yang dioperasikan, dan ketebalan membran. Pada pengukuran kinerja membran, permeabilitas dinyatakan dalam fluks, yaitu jumlah volume permeat yang melewati satu satuan luas membran dalam waktu tertentu [1]. Menurut hukum Fick pertama, difusi molekular merupakan perbandingan antara fluks dengan suatu gradien konsentrasi [8].

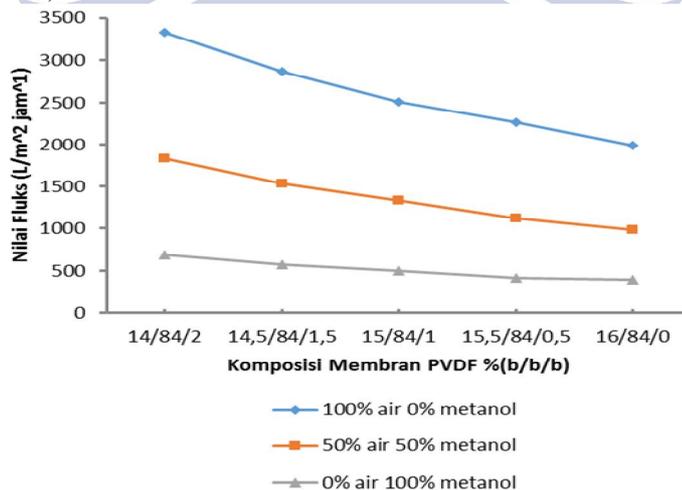
Pengukuran nilai fluks bertujuan untuk melihat porositas membran, baik ukuran pori maupun kekompakan porinya. Semakin besar porositas membran, maka semakin besar pula nilai fluks dan laju alir melewati membran. Penghitungan nilai fluks dilakukan dengan menampung volume permeat tiap satuan waktu dalam gelas ukur. Larutan umpam yang digunakan adalah larutan pewarna indigo 50 ppm sebanyak 100 mL. Pada bagian dasar alat uji membran "dead-end" dilapisi kertas saring untuk meminimalisir sentuhan langsung tekanan dari kompresor terhadap membran PVDF. Membran PVDF dengan ukuran sama diletakkan di atas kertas saring. Kemudian alat uji membran "dead-end" dirangkai dan dimasukkan 100 mL larutan umpam pewarna indigo. Setelah itu, dialiri tekanan dari

kompresor dan dicatat waktu hingga seluruh permeat melewati membran.

Tabel 1. Data nilai fluks membran PVDF

Komposisi Larutan Cetak (PVDF/NMP/PEG)	Komposisi Non Pelarut (H ₂ O/CH ₃ OH)	Fluks (Lm ⁻² .jam ⁻¹)
14/84/2		3330
14,5/84/1,5		2865
15/84/1	100 % air, 0 % metanol	2510
15,5/84/0,5		2264
16/84/0		1995
14/84/2		1837
14,5/84/1,5		1530
15/84/1	50 % air, 50 % metanol	1330
15,5/84/0,5		1125
16/84/0		982
14/84/2		687
14,5/84/1,5		569
15/84/1	0 % air, 100 % metanol	500
15,5/84/0,5		419
16/84/0		393

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa membran pada komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% H₂O memiliki nilai fluks paling besar yaitu 3330 Lm⁻².jam⁻¹ sedangkan membran pada komposisi 16/84/0 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% CH₃OH memiliki nilai fluks paling rendah yakni 393Lm⁻².jam⁻¹.



Gambar 1. Grafik nilai fluks membran PVDF

Semakin banyak komposisi PVDF yang ada dalam larutan cetak yang seiring dengan penurunan kadar PEG, secara otomatis akan mengakibatkan penurunan fluks larutan pewarna indigo. Hal ini disebabkan semakin meningkatkan jumlah partikel PVDF yang mengakibatkan

terbentuknya konfigurasi polimer yang terdistribusi lebih rapat dalam larutan cetak dengan tingkat porositas yang lebih rendah. Kondisi ini akan membuat gaya dorong yang diperlukan untuk mampu melewatkan partikel tertentu menembus membran

menjadi lebih besar dan kecepatan larutan umpan melewati membran semakin rendah.

Analisa Selektivitas Membran PVDF

Selektivitas membran merupakan suatu ukuran kemampuan membran dalam menahan suatu spesi dan melewatkan spesi tertentu, yang sangat dipengaruhi oleh ukuran spesi dan ukuran pori membran [9]. Selektivitas dalam membran dinyatakan dalam koefisien rejeksi yaitu konsentrasi zat terlarut yang tidak menembus membran.

Pada pengukuran koefisien rejeksi membran PVDF, yang diukur adalah konsentrasi pewarna indigo sebelum dan setelah dilewatkan membran.

Suatu membran dikatakan baik jika koefisien rejeksinya mencapai 100%. Koefisien rejeksi yang mampu mencapai 100% menunjukkan bahwa semua zat terlarut tertahan dengan sempurna oleh membran. Konsentrasi pewarna indigo yang melewati membran diukur menggunakan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang 720 nm.

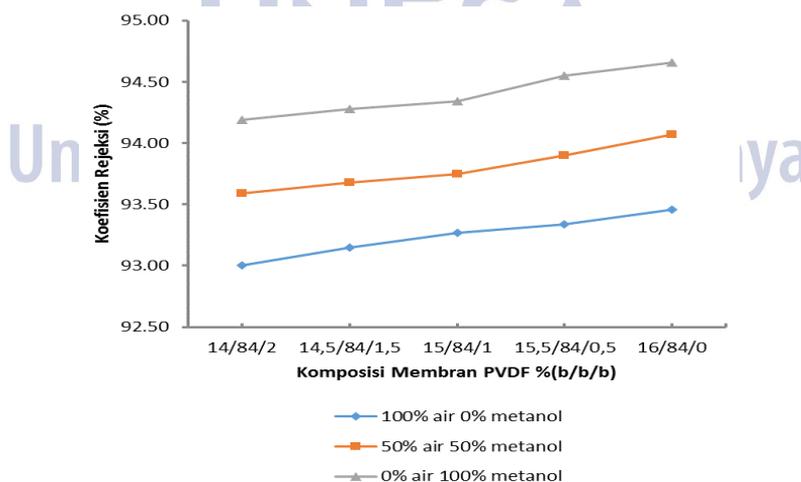
Pengukuran konsentrasi permeal dari pewarna indigo menggunakan kurva standar indigo yang telah diperoleh. Berdasarkan kurva standar tersebut, konsentrasi pewarna indigo dalam permeal (x) dapat diketahui dengan cara memasukkan nilai absorbansi (y) untuk tiap-tiap sampel permeal ke dalam persamaan regresi. Setelah diketahui konsentrasi pewarna indigo sebelum dan sesudah dilewatkan membran, maka nilai

koefisien rejeksi untuk tiap-tiap komposisi membran PVDF dapat diketahui.

Tabel 2. Koefisien rejeksi membran PVDF

Komposisi Larutan Cetak	Komposisi Non Pelarut	Rejeksi (%)
14/84/2	100 % air, 0 % metanol	93.00
14,5/84/1,5		93.15
15/84/1		93.27
15,5/84/0,5		93.34
16/84/0		93.46
14/84/2	50 % air, 50 % metanol	93.59
14,5/84/1,5		93.68
15/84/1		93.75
15,5/84/0,5		93.90
16/84/0		94.07
14/84/2	0 % air, 100 % metanol	94.19
14,5/84/1,5		94.28
15/84/1		94.34
15,5/84/0,5		94.55
16/84/0		94.66

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa membran pada komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG dengan non pelarut 100% H₂O memiliki nilai rejeksi minimum, yakni 93,00% sedangkan membran pada komposisi 16/84/0 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% CH₃OH memiliki nilai rejeksi maksimum sebesar 94,66%.



Gambar 2. Grafik koefisien rejeksi membran PVDF

Semakin banyak komposisi PVDF yang ada dalam larutan cetak, semakin tinggi pula nilai rejeksi membran PVDF terhadap

larutan pewarna Indigo. Hal ini disebabkan komposisi PVDF yang tinggi dalam larutan cetak menyebabkan kerapatan yang tinggi

antar partikel. Kondisi ini akan membuat ukuran pori membran PVDF yang terbentuk memiliki ukuran pori yang lebih kecil dibandingkan dengan membran PVDF yang memiliki kadar PVDF yang lebih sedikit. Membran dengan ukuran pori yang kecil mengakibatkan nilai rejeksi tinggi karena dengan pori-pori yang kecil, membran memiliki tingkat selektivitas yang baik akibat zat warna tertahan pada membran.

Analisa Kekuatan Mekanik Membran PVDF

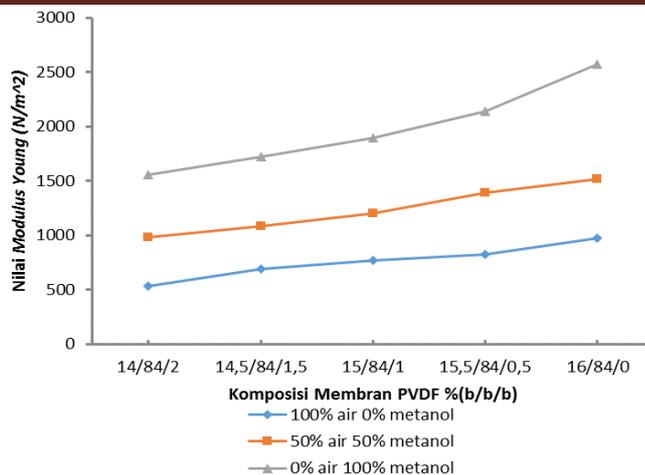
Pengukuran sifat mekanik dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran jika dikenai kekuatan yang dapat merusak membran. Sifat mekanik dapat digambarkan melalui pengukuran uji tarik. Uji tarik bertujuan mengukur gaya yang dibutuhkan untuk membuat membran *polyvinylidene fluoride* (PVDF) terputus. Uji tarik dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan alat Autograph yang nantinya akan dihasilkan nilai kuat tegang membran pada saat putus dan kekuatan regangan pada saat putus yang dimiliki oleh membran. Tegangan didefinisikan sebagai perbandingan besar gaya terhadap luas bidang penampang. Sedangkan regangan didefinisikan sebagai perbandingan pertambahan panjang mula-mula akibat adanya gaya tarik yang sama besar dan berlawanan arah. Kekuatan mekanik membran dinyatakan dalam *modulus young*, yaitu perbandingan tegangan terhadap regangan [10].

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa semakin banyak komposisi PVDF yang ada dalam larutan cetak, semakin banyak pula jumlah partikel PVDF yang terdistribusi secara lebih rapat dan merata, membuat membran PVDF yang terbentuk memiliki pori yang rapat. Sebaliknya komposisi PVDF yang sedikit dalam larutan cetak mengakibatkan susunan partikel yang tersebar dalam larutan cetak menjadi tidak merata sehingga saat dilakukan uji tarik membran mudah rapuh dan memiliki nilai modulus young kecil. Terlihat pada membran dengan komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% H₂O memiliki nilai *Modulus Young* minimum, yakni 536 N/m² sedangkan membran pada komposisi 16/84/0 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 100% CH₃OH memiliki nilai *Modulus Young* maksimum sebesar 2575 N/m².

Tabel 3. Data *modulus young* membran PVDF dari berbagai komposisi larutan cetak

Komposisi Larutan Cetak (PVDF/NMP/PEG) (% b/b)	Komposisi Non Pelarut (H ₂ O/CH ₃ OH) (% v/v)	<i>Modulus Young</i> (N/m ²)
14/84/2		536
14,5/84/1,5		691
15/84/1	100 % air, 0 % metanol	769
15,5/84/0,5		825
16/84/0		976
14/84/2		983
14,5/84/1,5		1086
15/84/1	50 % air, 50 % metanol	1205
15,5/84/0,5		1387
16/84/0		1519
14/84/2		1553
14,5/84/1,5		1720
15/84/1	0 % air, 100 % metanol	1894
15,5/84/0,5		2137
16/84/0		2575

Nilai *Modulus Young* membran PVDF dipengaruhi pula oleh non pelarut yang digunakan. Membran PVDF yang dihasilkan dari proses presipitasi menggunakan non pelarut H₂O cenderung memiliki ikatan antar polimer yang tidak terlalu rapat dibandingkan dengan membran PVDF yang dihasilkan dari proses presipitasi menggunakan non pelarut CH₃OH, dan sebagai akibatnya adalah ukuran pori membran yang dihasilkan dari penggunaan H₂O sebagai non pelarut menjadi lebih besar dibandingkan menggunakan CH₃OH sebagai non pelarut. Ukuran pori membran yang semakin besar telah menyebabkan membran PVDF yang terbentuk memiliki kekuatan mekanik yang tidak sebaik membran PVDF dengan ukuran pori yang lebih kecil, meskipun permeabilitas membran PVDF tersebut lebih baik. Selain itu, ukuran pori yang besar menyebabkan kemampuan membran yang bersangkutan dalam mempertahankan ukuran porinya ketika diaplikasikan gaya dengan besaran tertentu per satuan luas, menjadi kecil.

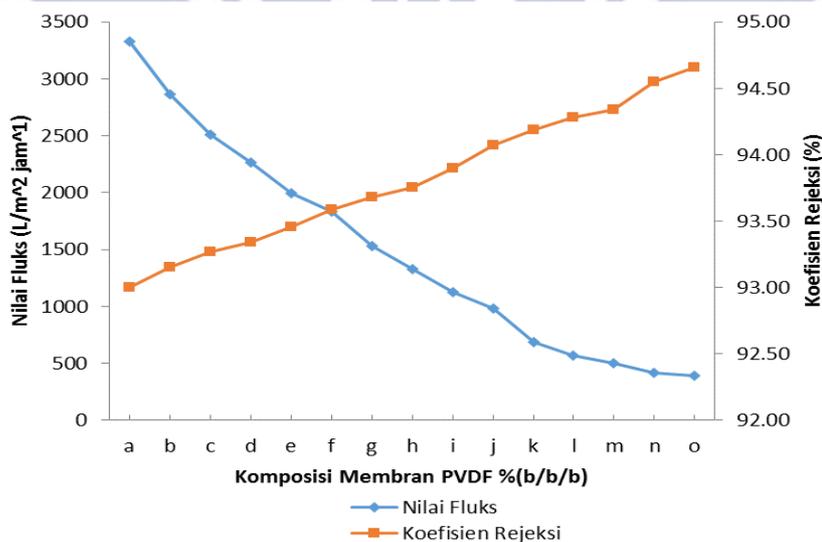


Gambar 3. Grafik modulus young membran PVDF

Analisa Morfologi Membran PVDF

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan mikroskop yang dapat digunakan untuk mengetahui morfologi membran dengan cara mengetahui struktur permukaan dan penampang melintang suatu membran [11]. SEM digunakan pada membran PVDF dengan

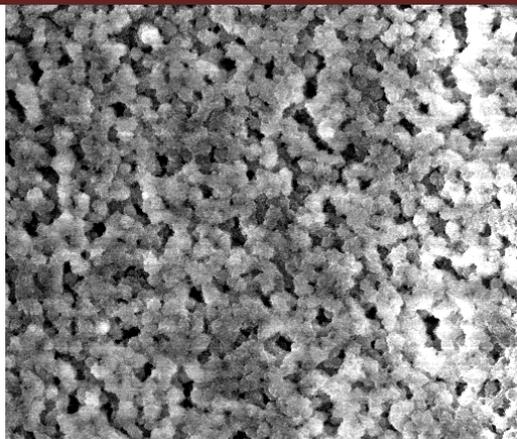
komposisi 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 50% H₂O : 50% CH₃OH. Dilakukan analisa morfologi pada membran tersebut dikarenakan pada komposisi itu dihasilkan membran terbaik berdasarkan nilai rejeksi dan fluks.



Gambar 4. Perpotongan titik penentuan membran PVDF terbaik

Keterangan gambar :

- a : komposisi 14/84/2, non pelarut 100% H₂O 0% CH₃OH
- b : komposisi 14,5/84/1,5, non pelarut 100% H₂O 0% CH₃OH
- c : komposisi 15/84/1, non pelarut 100% H₂O 0% CH₃OH
- d : komposisi 15,5/84/0,5, non pelarut 100% H₂O 0% CH₃OH
- e : komposisi 16/84/0, non pelarut 100% H₂O 0% CH₃OH
- f : komposisi 14/84/2, non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH
- g : komposisi 14,5/84/1,5, non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH
- h : komposisi 15/84/1, non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH
- i : komposisi 15,5/84/0,5, non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH
- j : komposisi 16/84/0, non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH
- k : komposisi 14/84/2, non pelarut 0% H₂O 100% CH₃OH
- l : komposisi 14,5/84/1,5, non pelarut 0% H₂O 100% CH₃OH
- m : komposisi 15/84/1, non pelarut 0% H₂O 100% CH₃OH
- n : komposisi 15,5/84/0,5, non pelarut 0% H₂O 100% CH₃OH
- o : komposisi 16/84/0, non pelarut 0% H₂O 100% CH₃OH



Gambar 5. Morfologi permukaan membran PVDF pada komposisi larutan cetak 14/84/2 (PVDF/NMP/PEG) dengan non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH

PENUTUP

Simpulan

Komposisi larutan cetak dan non pelarut berpengaruh pada kinerja dan karakteristik mekanik membran PVDF. Semakin banyak komposisi PVDF dalam larutan cetak dan semakin banyak persentase non pelarut metanol, maka semakin kecil nilai fluks membran, semakin besar koefisien rejeksi, dan semakin besar nilai *Modulus Young* yang dihasilkan. Membran terbaik didapatkan pada komposisi 14/84/2 dengan non pelarut 50% H₂O 50% CH₃OH, yang memiliki nilai fluks sebesar 1837 L/m².jam, nilai rejeksi 93,59% dan *Modulus Young* 983 N/m².

Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan zat aditif lainnya untuk meningkatkan kinerja membran PVDF, kekuatan mekanik dan porositas membran.

DAFTAR PUSTAKA

- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. London: Kluwer Academic publ.
- Kavitha dan namasivayam. 2008. *Chitin/Chitosan and Derivatives for Wastewater Treatmeant*.
- Nunes,S.P and Peinemann, K.V. 2006. *Membran Technology in the Chemical Industry*, 2nd edition. Wiley : VCH.
- Fu. Liu., N.A. Hashim., Liu. Yutie., K.Li. 2011. Progress in the Poduction and Modification of PVDF Membranes. *Journal of Membrane Science*. Vol. 375, hal. 1-27.
- Bottino, A., Capannelli, G., Comite, A. 2001. Novel porous poly(vinylidene fluoride) membranes for membrane distillation. *Desalination*. Vol. 183, No.2, hal. 375–382.
- N.A. Hashim., F. Liu., K. Li. 2009. A simplified method for preparation of hydrophilic PVDF membranes from an amphiphilic graft copolymer. *Journal of Membrane Science*. Vol. 345, hal.134–141.
- Wienk, I.M., Boom, R.M., Beerlage, M.A.M., Bulte, A.M.W., Smolders, C.A., Strathmann, H. 1996. Recent advances in the formation of phase inversion membranes made from amorphous or semi-crystalline polymers. *Journal of Membrane Science*. Vol. 113, hal. 361–371.
- Noble, Richard D. and Stern, S. Alexander. 2003. *Membrane Separations Technology : Principles and Applications*. Netherlands: Elsevier Science B.V, hal 138.
- Scott, Keith., Hughes. R. 1996. *Industrial Membrane Separation Technology*. Great Britain: Hartnoll's Ltd. Bodmin.
- Zemansky, Sears. 1994. *Fisika untuk Universitas I: Mekanika, Panas, Bunyi*. Bandung: Binacipta.
- Reimer, Ludwig. 1998. *Scanning Electron Microscopy: Physic of Image Formation and Microanalysis*. Germany: Heidelberg.