

PROSIDING

Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR



“Inovasi Teknologi Proses dan Produk
Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia”

Bandung, 19 November 2015



**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KIMIA UNPAR 2015**

*Inovasi Teknologi Proses dan
Produk Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia
Bandung, 19 November 2015*

Hak Cipta ada pada Jurusan Teknik Kimia

Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit No.94, Bandung, Jawa Barat, Indonesia (40141)

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh buku ini atau diperbanyak dengan tujuan Komersial dalam bentuk apapun tanpa seijin Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan, kecuali untuk keperluan penulisan artikel atau karangan ilmiah dengan menyebutkan buku ini sebagai sumber

Cetakan 1 : Januari 2016

ISSN 2477-1694





PRAKATA

Seminar Nasional Teknik Kimia dengan tema “Inovasi Teknologi Proses dan Produk Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia” yang dilangsungkan di Hotel Galeri Ciumbuleuit Bandung pada tanggal 19 November 2015 ini merupakan seminar nasional yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Kimia UNPAR untuk kesepuluh kalinya sejak pertama kali pada tahun 2003. Besar harapan kami agar seminar ini semakin dapat memberikan kontribusi dalam dunia penelitian perteknik-kimia-an di Indonesia. Hal ini selaras dengan salah satu visi dari Jurusan Teknik Kimia UNPAR, yaitu dapat menjadi komunitas akademik yang mampu memberikan kontribusi bagi perkembangan dunia penelitian Indonesia.

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang berpartisipasi oada seminar kami tahun ini baik sebagai pemakalah maupun sebagai peserta seminar, karena tanpa kehadiran Saudara sekalian, seminar ini tidak akan terlaksana dengan baik. Bagi para pemakalah, kami berikan apresiasi yang sebesar-besarnya karena di tengah kesibukan yang mungkin menumpuk, Anda masih meluangkan waktu untuk berpartisipasi aktif dalam seminar kami kali ini. Dalam seminar ini, kami menerima sekitar 47 buah makalah lengkap yang terbagi ke dalam dua topik utama yaitu, Pengembangan Produk dari Sumber Daya Alam Indonesia dan Pengembangan Proses untuk Produksi *Functional Materials*.

Seperti peribahasa yang mengatakan “Tiada Gading yang Tak Retak”, demikian pula dengan penyelenggaraan seminar kami ini, jika masih terdapat kekurangan atau hal yang tidak berkenan bagi saudara sekalian, kami memohon maaf dan sangat kami harapkan dari Anda semua, kritik dan saran yang membangun sehingga di tahun-tahun mendatang, kami dapat menyelenggarakan seminar dengan lebih baik.

Akhir kata, kami mengucapkan “selamat berseminar”, kiranya seminar ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 19 November 2015

Panitia





**Sambutan Ketua Pelaksana
Seminar Nasional Teknik Kimia 2015
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan**

Puji syukur pada Tuhan Yesus Kristus, oleh anugrah-Nya, Prosiding Seminar Nasional 2015 Teknik Kimia Unpar telah diterbitkan. Saya juga mengucapkan banyak terima kasih kepada segenap panitia yang telah membantu saya hingga prosiding ini diterbitkan.

Saya harap melalui prosiding ini, minat dan ide kreatif dalam menggarap potensi lokal semakin bertumbuh. Dengan demikian, keunggulan yang dimiliki Indonesia yaitu memiliki sumber daya alam yang melimpah tidak sia-sia. Saya mengajak kita semua untuk terus mengembangkan teknologi, terus berinovasi untuk mengolah berbagai macam sumber daya alam Indonesia sehingga menjadi sebuah produk bernilai ekspor.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih kepada PT Ateja Tritunggal, PT Kievit Indonesia, PT Ultrajaya Milk Industry Tbk., dan PT Daya Indonesia Bakti yang telah menjadi sponsor acara seminar ini.

Bandung, 22 Januari 2016
I Gede Pandega Wiratama
Ketua Seminar Nasional 2015
Teknik Kimia Unpar





**Kata Sambutan Dekan
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan**

Salam sejahtera,

Dengan bangga dan berbahagia, saya menyambut dengan hangat seluruh *keynote speakers*, pemakalah, dan peserta yang terhormat di Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR 2015 yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Kimia (Program Sarjana dan Magister) Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) di Kota Paris van Java - Bandung.

Melanjutkan tradisi pada tahun-tahun sebelumnya, Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR 2015 menjadi peluang istimewa bagi para peneliti, akademika, praktisi, dan pihak industri dari seluruh Indonesia untuk bertemu dan bertukar ide, informasi, ilmu, serta pengalaman di bidang teknik kimia. Selain menjadi jembatan penghubung antara pihak akademika dan industri, seminar ini juga menjadi wahana untuk membangun jejaring yang benefisial bagi perkembangan dunia teknik kimia.

Terkait dengan Visi UNPAR, “menjadi komunitas akademik yang humanum dan yang mengembangkan potensi lokal hingga ke tataran global demi peningkatan martabat manusia dan keutuhan alam ciptaan”, tema yang diusung Seminar Nasional Teknik Kimia 2015 ini sangat tepat dan sejalan, di mana inovasi teknologi proses dan produk didasarkan pada pemanfaatan sumber daya alam Indonesia. Penggunaan potensi lokal dalam upaya inovasi ini diharapkan dapat memperoleh tempat pada tingkatan internasional, seiring dengan diluncurkannya *ASEAN Economic Community* (AEC) pada akhir 2015. Saya percaya, program seminar ini dapat menjadi pendukung dalam mempersiapkan diri menghadapi persaingan global. Namun demikian, pemanfaatan sumber daya alam Indonesia tersebut perlu tetap memperhatikan aspek keberlanjutan (*sustainability*) demi keutuhan lingkungan dan generasi penerus.

Terselenggaranya Seminar Nasional Teknik Kimia UNPAR 2015 adalah hasil kerja bersama. Saya mengucapkan terima kasih kepada para *keynote speakers*, tim panitia, dan pemakalah yang telah mencurahkan usaha yang besar demi seminar ini. Terima kasih juga bagi pihak Universitas, Program Studi Teknik Kimia, dan para sponsor atas dukungan yang diberikan.

Akhir kata, saya ucapkan terima kasih kepada seluruh peserta untuk mengambil bagian dalam acara seminar ini. Selamat berseminar, dan saya harapkan banyak manfaat, temuan, dan inspirasi yang diperoleh.

Dr. Thedy Yogasara, ST, M.EngSc
Dekan Fakultas Teknologi Industri UNPAR





Sambutan Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan

Pertama-tama, saya selaku wakil dari Prodi Teknik Kimia UNPAR ingin mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta Seminar Nasional UNPAR yang berasal dari berbagai tempat di tanah air di acara Seminar Nasional UNPAR yang ke -11. Kegiatan seminar nasional ini merupakan kegiatan tahunan yang diinisiasi pertama kali sejak tahun 2003. Lokasi yang dipilih pada kesempatan ini yaitu *Galeri Ciumbuleuit and Apartment* yang berlokasi tidak begitu jauh dari kampus Teknik Kimia UNPAR.

Pada seminar kali ini, tema yang dipilih yaitu **“Inovasi Teknologi Proses dan Produk berbasis Pengembangan Sumber Daya Alam Indonesia”** Sejalan dengan misi Teknik Kimia UNPAR yaitu menjadi komunitas akademik yang mengembangkan potensi lokal untuk diakui pada tataran internasional demi peningkatan martabat manusia dan keutuhan alam ciptaan, maka seminar nasional kali inipun ingin mengajak insan teknik kimia untuk menggali dan mengembangkan berbagai inovasi baik dari sisi teknologi maupun produk yang dihasilkan untuk mengoptimalkan pengolahan dan pemanfaatan Sumber Daya Alam Indonesia yang beragam sehingga memiliki nilai ekonomi dan sosial yang jauh lebih tinggi. Harapannya, potensi-potensi lokal yang ada di Indonesia bisa diangkat ke tataran yang lebih tinggi.

Kami juga mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada para pembicara yaitu Prof. Yudi Samyudia PhD, Ir. - Curtin Serawak, Dr. Ir. Tatang Hernas Soerawidjaja – ITB, Ir. Suryadi Ismadji, M.Sc., PhD, - Widya Mandala, Andi Gunawan, ST – Ecogreen dan Eka Linggadja, ST, MBA - PT. Biotech Surindo atas waktu dan kesediaanya memenuhi undangan panitia sebagai pembicara dalam seminar kali ini. Juga ucapan terimakasih kami sampaikan kepada para sponsor PT Ateja Tritunggal, PT Kievit Indonesia, PT Ultrajaya Milk Industry Tbk., PT Daya Indonesia Bakti atas dukungannya terhadap penyelenggaraan seminar tahun ini. Yang terakhir tetapi tidak kalah penting, kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh panitia seminar nasional yang telah menyumbangkan waktu, tenaga dan pikiran demi terselenggaranya seminar nasional UNPAR ke-11 ini.

Akhir kata, selamat berseminar, semoga apa yang dihasilkan dari pertemuan ilmiah kali ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Ratna Frida Susanti, Ph.D
Ketua Program Studi Teknik Kimia UNPAR





SE7	Pengaruh Penambahan Solvent dalam Bak Koagulasi pada Preparasi Membran Secara Inversi Fasa Serta Uji Kinerja Membran dalam Menurunkan Salinitas	262
	Sofyana, Cut Meurah Rosnelly	
SE8	Analisis Ftir Distribusi Sulfur Organik: Aliphatik Mercaptans pada Lignit Tondongkura Sebelum dan Setelah Bioproses: Artifisial Biotreatment Multi Tahap	267
	Paisal, Y, Handayani, I, Chaerun, S.K., Suprianto, S.	
SE9	Design dan Optimasi Kolom Distilasi pada Pemisahan Campuran Asam Asetat-Metanol-Air	275
	Herry Santoso , Enrico Yosua, Celfin Alfari Tratama	
SE10	Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Yeast Dalam Enkapsulasi Kurkumin Dengan Yeast <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	281
	Olyvia Sentosa, Katherine, Asaf Kleopas Sugih	

Pengaruh Penambahan *Solvent* dalam Bak Koagulasi pada Preparasi Membran Secara Inversi Fasa Serta Uji Kinerja Membran dalam Menurunkan Salinitas

Sofyana*, Cut Meurah Rosnelly

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

*Email: sofyana71@yahoo.co.id

Abstrak

Proses pembuatan membran secara inversi fasa merupakan proses yang banyak digunakan dalam aplikasi pembuatan membran. Presipitasi immersi merupakan salah satu proses inversi fasa dimana membran yang dihasilkan berupa membran asimetrik. Tahapan proses pembuatan membran akan menentukan struktur membran yang terbentuk dan akan mempengaruhi kinerja membran dalam aplikasinya. Immersi dilakukan dalam bak koagulasi yang berisi non pelarut dan mempengaruhi struktur membran. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi proses pembuatan membran dengan menambahkan pelarut dalam bak koagulasi serta mempelajari pengaruh komposisi pelarut dan non pelarut dalam bak koagulasi terhadap struktur morphology dan kinerja membran dari selulosa asetat. Polimer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu selulosa asetat (SA). Membran dibuat dengan konsentrasi SA 25% menggunakan pelarut dimetil formamid (DMF), kedalam bak koagulasi diisi pelarut (DMF) dan non pelarut (air), dengan rasio air : DMF (0:10 (SA1); 1:9 (SA2); 2:8 (SA3); 3:7 (SA4). Hasil karakteristik membran berupa nilai koefisien permeabilitas (L_p) dan Molecular Weight Cutt Off (MWCO) pada tekanan 1, 2, 3, 4 dan 5 bar memberikan nilai L_p dan MWCO yang berbeda pada setiap membran. Sesuai referensi dari nilai L_p menunjukkan bahwa membran SA1, SA2 termasuk membran ultrafiltrasi, sedangkan membran SA3 dan membran SA4 masuk dalam membran nanofiltrasi. Terlihat bahwa keempat membran memiliki struktur berbeda dimana pada proses *demixing* dalam bak koagulasi terjadi proses *delayed demixing* akibat penambahan pelarut DMF. Hasil pengujian terhadap larutan NaCl konsentrasi 5000 ppm menghasilkan nilai rejeksi yang berbeda pada keempat membran. Penambahan solvent dalam bak koagulasi mempengaruhi struktur membran yang terbentuk dan mempengaruhi kinerja membran.

Kata Kunci: membran, selulosa asetat, inversi fasa, presipitasi immersi

PENDAHULUAN

Teknik pembuatan membran secara inversi fasa dengan presipitasi immerse merupakan salah satu teknik pembuatan membran yang akan menghasilkan membran asimetrik. Membran asimetrik tidak hanya digunakan secara luas dalam proses ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi untuk pemisahan, tetapi juga digunakan untuk memfabrikasi membran komposit digunakan pada proses membran reverse osmosis, membran nanofiltrasi dan membran gas separation (N.Widjojo, *etc*, 2011:214-223; K.L.Tung, *etc*, 2010:143-152; M.M Pandergast & E.M.V. Hoek, 2011:1946-1971; P.B Kosaraju & K.K Sirkar, 2008:155-161; A.K Glosch & E.M.V. Hoek, 2009:140-148; S.J Yuan, *etc*, 2011: 425-437). Proses inversi fasa ada beberapa proses yaitu penguapan pelarut, evaporasi dari fasa uap, pengendalian penguapan, *thermally induced phase separation* dan presipitasi immersi merupakan teknik- teknik yang digunakan untuk memproduksi membran asimetrik. Dari beberapa teknik tersebut presipitasi immersi umumnya yang dikembangkan dimana struktur membran dan sifat-sifatnya dapat dirancang dengan mengatur termodinamika dari larutan cetak (*casting solution*) dan kinetika dari proses pembentukan membran (Guillen, 2011:3798-3817).

Pembuatan membran asimetrik dengan proses inversi fasa merupakan metode yang standar digunakan saat ini. Suatu lapisan film tipis dari larutan polimer homogen dikontakkan dengan cairan kedua yang merupakan non pelarut tetapi larut seluruhnya dalam pelarut polimer. Pertukaran pelarut dan non pelarut pada antar muka merupakan proses awal pemisahan fasa pada lapisan film polimer, yang menyebabkan dihasilkannya karakteristik yang bervariasi yaitu struktur simetrik atau asimetrik. (Smolders, 1992:259). Pembentukan struktur dalam membran inversi fasa dapat dijelaskan dengan model perpindahan massa secara difusi didalam lapisan film larutan polimer dan pengaruhnya pada pemisahan fasa secara *liquid-liquid demixing* (Cohen, *etc*, 1979:477; Yilmas dan McHugh, 1986:287; Reuvers, *etc*, 1987:46)

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembentukan macrovoid di dalam pembuatan membran dari sistem polimer – pelarut-non pelarut dapat dipengaruhi oleh :

- Pemilihan pelarut-non pelarut dengan kecenderungan satu sama lain memiliki pencampuran yang rendah (Frommer dan Lancet, 1972:85; Frommer dan Messalam, 1973:328)
- Penambahan konsentrasi polimer didalam larutan cetak atau penguapan pelarut dari larutan film sebelum diimmersion ke dalam bak berisi non

pelarut (Frommer dan Messalam, 1973:328; Stathmann, *etc*, 1975:179)

- Penambahan pelarut ke dalam bak koagulasi (Stathmann, *etc*, 1975:179; Grobe dan Mann, 1968:49)

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan membran perlu terus dikaji untuk memperoleh membran yang memiliki kinerja yang baik. Konsentrasi polimer, jenis pelarut, proses difusi pelarut-non pelarut, temperatur bak koagulasi dan temperatur annealing merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan membran. Oleh karena itu dalam penelitian yang telah dilakukan dipandang perlu untuk mengkaji pengaruh komposisi bak koagulasi pada proses presipitasi membran, karena hal ini akan mempengaruhi struktur membran yang terbentuk. Struktur membran akan mempengaruhi kinerja membran.

Dalam penelitian yang telah dilakukan kinerja membran diuji untuk menurunkan kadar garam pada air bersalinitas menengah. Desalinasi menggunakan membran Reverse Osmosis (RO) dan Nanofiltrasi (NF) saat ini menjadi pilihan yang tepat untuk pengolahan air laut dan air payau. Oleh karena itu pengembangan material untuk memperoleh membran yang memiliki fluks yang tinggi dan rejeksi yang tinggi terhadap garam dan penggunaannya pada tekanan rendah menjadikan membran ini sangat menarik. (R. Haddad, *et.al*, 2004:403).

METODE

Penelitian yang telah dilakukan meliputi beberapa tahapan proses yaitu :

- tahap pertama pembuatan membran,
- tahap kedua karakteristik membran dan
- tahap ketiga adalah pengujian kinerja membran dalam menurunkan salinitas menggunakan larutan umpan NaCl 5000 ppm

Pembuatan Membran

Membran dibuat dari polimer selulosa asetat (SA) dengan pelarut dimetil formamida (DMF). Pembuatan membran menggunakan teknik inversi fasa secara presipitasi immersi, sehingga membran yang dihasilkan adalah membran asimetrik. Proses pembuatan membran dimulai dengan membuat larutan dope dengan komposisi CA 25%, DMF 65% dan formamida 10%, larutan dope yang terbentuk disimpan dalam lemari es selama 24 jam untuk proses *debubling*, selanjutnya dicasting dan dilakukan evaporasi pelarut selama 2 menit, setelah itu dicelupkan dalam bak koagulasi yang berisi air dan DMF (dengan rasio sesuai variabel) sehingga membran terlepas dari pelat kaca. Membran yang terbentuk diannealing pada 75 °C.

Pada penelitian ini bak koagulasi diisi *solvent* dan *non solvent* yaitu aquades dan DMF dengan rasio DMF : Aquades ((0:10 ; 1: 9 ; 2: 8 ; 3: 7).

Karakteristik Membran

Membran dikarakteristik terlebih dahulu sebelum diuji kinerjanya, karakteristik membran meliputi uji permeabilitas membran (Lp) terhadap umpan *aqua distilled deionized*, uji *Molecular weight cut off* (MWCO) menggunakan larutan dekstran dan uji struktur morfologi membran dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Pengujian Kinerja Membran

Membran diuji kinerjanya menggunakan umpan larutan NaCl 5000 ppm (dianggap mewakili kondisi air bersalinitas menengah) pada tekanan trans membran 1,2,3,4, dan 5 bar. Kinerja membran yang diuji meliputi nilai fluks dan rejeksi. Konsentrasi permeat diukur menggunakan peralatan konduktometer. Fluks didefinisikan sebagai jumlah volume permeat yang melewati membran per satuan luas permukaan per satuan waktu.

$$J = \frac{V}{A.t} \quad (1)$$

Dimana: J = fluks (l/m²jam), V = volume permeat (liter), A = luas permukaan membran (m²), t = waktu penyaringan (jam)

Koefisien rejeksi atau efisiensi penyisihan dapat diukur dengan menentukan konsentrasi fosfat dalam permeat dan dalam umpan yang dianalisa menggunakan konduktometer. Rejeksi fosfat didefinisikan sebagai (R) dimana

$$R(\%) = (1 - \frac{C_p}{C_f}) \times 100\% \quad (2)$$

dimana nilai rejeksi diperoleh dari nilai konsentrasi fosfat yang diperoleh dari hasil analisa menggunakan konduktometer dalam umpan (Cf) dan air yang dihasilkan atau permeat (Cp). (Mulder, 1996)

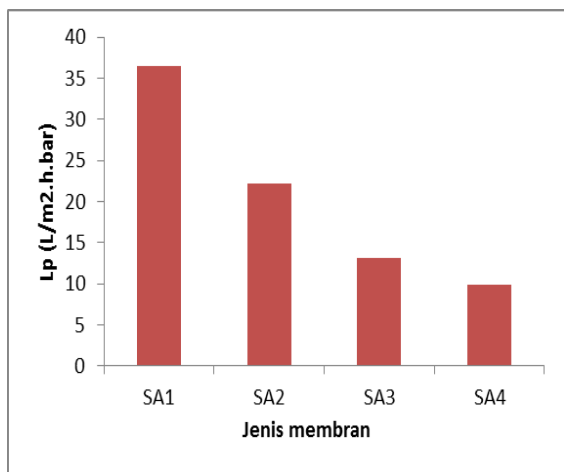
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perbedaan komposisi bak koagulasi maka dari hasil penelitian diperoleh empat buah membran yaitu membran dengan komposisi bak koagulasi

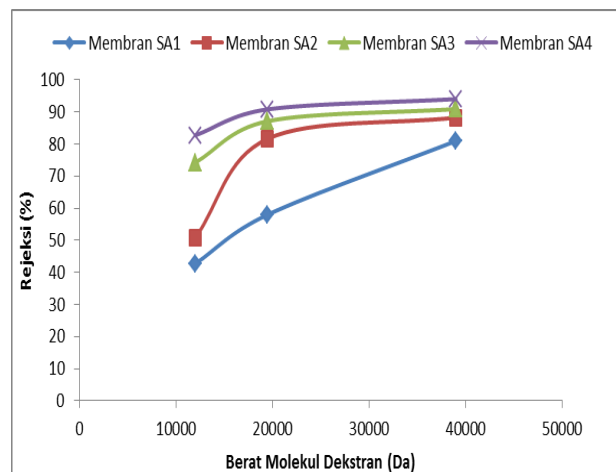
DMF : aquades (0:10) selanjutnya disebut membran SA1, DMF : aquades (1:9) selanjutnya disebut membran SA2, DMF : aquades (2:8) selanjutnya disebut membran SA3, DMF : aquades (3:7) selanjutnya disebut membran SA4.

Permeabilitas Membran

Hasil uji permeabilitas terhadap keempat membran ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Nilai Koefisien permeabilitas (Lp) pada berbagai membran



Gambar 2. Rejeksi Membran pada berbagai Berat Molekul Dekstran

Membran SA1, SA2, SA3 dan SA4 menunjukkan nilai permeabilitas yang berbeda, hal ini dikarenakan setiap membran memiliki struktur yang berbeda. Komposisi bak koagulasi mempengaruhi proses pembentukan struktur membran. Penambahan dimetil formamida (DMF) sebagai *solvent* kedalam bak koagulasi mempengaruhi proses difusi antara *solvent* dan *non solvent* di dalam peristiwa *demixing* pada bak koagulasi. Membran SA1 yang dibuat tanpa penambahan *solvent* dalam bak koagulasi memiliki nilai Lp yang paling tinggi, semakin besar rasio DMF dalam bak koagulasi nilai Lp semakin kecil.

Berdasarkan nilai koefisien permeabilitas membran SA1 dan SA2 tergolong membran ultrafiltrasi sedangkan membran SA3 dan SA4 tergolong membran nanofiltrasi, dimana membran SA3 dan SA4 memiliki nilai Lp masing-masing 11,15 L/m².h.bar dan 9,76 L/m².h. bar. Berdasarkan referensi membran Ultrafiltrasi memiliki rentang fluks 10-50 L/m².h.bar pada rentang tekanan 1 – 5 bar, membran nanofiltrasi memiliki rentang fluks 1,4 - 12 L/m².h.bar pada rentang tekanan 5 – 20 bar, membran nanofiltrasi (Mulder, 1996:17)

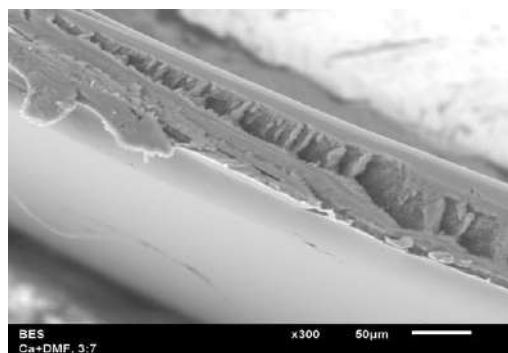
Molecular Weight Cutt Off (MWCO)

MWCO dapat didefinisikan sebagai bobot molekul suatu zat pelarut yang 80-90% dapat direjeksi oleh membran. MWCO dapat diuji dengan menggunakan suatu larutan standar yang telah diketahui berat molekulnya (Mulder, 1996). Pengujian MWCO pada penelitian ini menggunakan larutan dekstran dengan berbagai berat molekul.

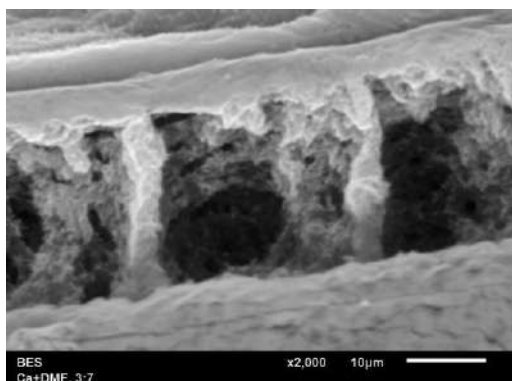
Membran SA1 memiliki rejeksi terhadap dekstran diatas 80% pada BM 39000, membran SA2 dapat merejeksi dekstran diatas 80% pada BM 19500, membran SA3 dapat merejeksi dekstran diatas 80% pada BM 19500 sedangkan membran SA4 pada BM 12000. Perbedaan ini dikarenakan struktur membran yang terbentuk berbeda, membran SA4 memiliki struktur yang lebih rapat sehingga memiliki selektivitas lebih tinggi dibandingkan membran SA1, SA2 dan SA3.

Struktur Membran

Pembuatan Selulosa Asetat dibuat menggunakan proses inversi fasa secara presipitasi mmerse dengan *solvent* DMF dan *non solvent* air akan mengikuti mekanisme pembentukan membran secara *instantaneous demixing*, karena afinitas bersama antara air dan DMF yang tinggi. Jika *solvent* ditambahkan ke dalam bak koagulasi maka dapat terjadi *delayed demixing*. Jika afinitas bersama antara *solvent* dan *nonsolvent* tinggi, maka lebih banyak *solvent* dibutuhkan di dalam bak koagulasi yang berisi *nonsolvent* untuk mempengaruhi *delayed demixing*. Disisi lain peristiwa *delayed demixing* selalu terjadi jika pelarut yang digunakan adalah Aseton dan Tetrahydrofuran (THF) (Mulder, 1996:123 – 127).



Gambar 3. Struktur penampang melintang membran SA4 pada pembesaran 300x



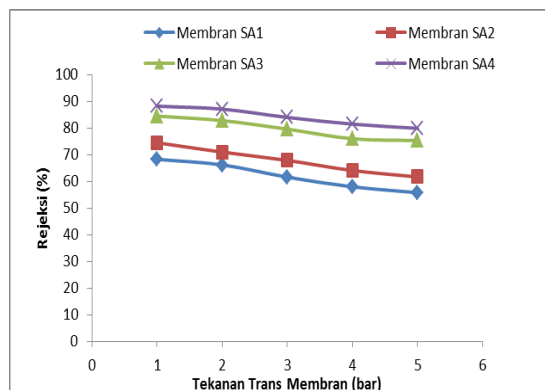
Gambar 4. Struktur penampang melintang membran SA4 pada pembesaran 2000x

Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa dari struktur penampang melintang terlihat membran merupakan membran asimetrik dimana pada bagian bawah pori lebih besar daripada lapisan atas.

Sesuai dengan referensi (Lin, K.Y, *etc*, 2002; Ren, J.Z. *etc*, 2004) penambahan solvent kedalam bak koagulasi dapat mengurangi rasio perpindahan massa *solvent* dan *nonsolvent* kemudian akan menghilangkan macrovoids. Didalam referensi pencetakan lapisan films dilakukan diatas pelat kaca atau pelat *dense* lainnya. Intrusi nonsolvent melalui permukaan bagian bawah casting film terbukti mempengaruhi pembentukan macrovoid dalam proses inversi fasa secara presipitasi *immerse* (Xinxia Tian, 2014:8-19). Maka penambahan *nonsolvent* yang semakin banyak akan dapat memperkecil pembentukan macrovoid sehingga dapat meningkatkan rejeksi dari membran.

Kinerja Membran dalam Merejeksi NaCl

Untuk menguji kinerja membran dalam menurunkan salinitas pada air baku, maka diuji menggunakan larutan NaCl 5000 ppm. Rejeksi terhadap larutan NaCl menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda pada proses pembuatan membran menghasilkan kinerja membran yang berbeda, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Rejeksi larutan NaCl 5000 ppm pada tekanan 1 sampai 5 bar

Peningkatan tekanan menyebabkan rejeksi menjadi lebih rendah, hal ini disebabkan karena tekanan merupakan gaya dorong (*driving force*) bagi proses nanofiltrasi, maka kenaikan tekanan operasi akan menghasilkan laju alir yang besar. Akibat laju alir air yang besar, maka zat terlarut yaitu NaCl dalam hal ini akan terbawa serta (*coupling*) sehingga akan meningkatkan konsentrasi permeat, sesuai persamaan 2 diatas. Peningkatan konsentrasi permeat menyebabkan turunnya rejeksi.

Membran SA4 merupakan membran yang memiliki kinerja paling baik dalam merejeksi NaCl, hal ini menunjukkan peningkatan penambahan *solvent* dalam bak koagulasi menyebabkan terbentuknya struktur membran yang lebih rapat karena proses *delayed demixing*. Sedangkan membran SA1 menunjukkan kinerja yang paling rendah dalam merejeksi NaCl, dimana dalam proses pembuatannya bak koagulasi hanya berisi *non solvent* dan pembentukan membran terjadi secara *instantaneous demixing*, struktur membran yang dihasilkan lebih terbuka atau ukuran pori membran lebih besar.

KESIMPULAN

Penambahan DMF sebagai *solvent* kedalam bak koagulasi yang berisi air sebagai *nonsolvent* pada proses pembuatan membran secara inversi fasa akan mempengaruhi pembentukan struktur membran. Berdasarkan pengujian koefisien permeabilitas (L_p) membran SA1 dan SA2 termasuk dalam membran ultrafiltrasi sedangkan membran SA3 dan SA4 termasuk membran nanofiltrasi. Nilai L_p membran SA3 dan SA4 masing-masing 11,15 L/m².h.bar dan 9,76 L/m².h. Membran SA1 memiliki nilai MWCO paling besar, penambahan *nonsolvent* dalam bak koagulasi mempengaruhi nilai MWCO. Membran SA4 memiliki MWCO lebih kecil dari membran SA2 dan SA1. Membran yang dihasilkan memiliki struktur asimetrik. Kemampuan rejeksi terhadap larutan NaCl paling baik adalah membran SA4 yaitu 88,2% pada tekanan 1 bar. Semakin tinggi tekanan nilai rejeksi semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- A.K Ghosh, E.M.V. Hoek, 2009, Impact of support membrane structure and chemistry on polyamide-polysulfone interfacial composite membranes, *Journal Membrane Science*, 336;140-148
- C.A. Smolders, A.J. Reuvers, R.M. Boom, I.M.Wienk, 1992, Microstructure in phase inversion Membranes: Part 1. Formation of macrovoids, *Journal of Membran Science*, Elsevier, 259-275
- G.R. Guillen, Y.J. Pan, M.H.Li, E.M.V. Hoek, 2011, Preparation and characterization of membrane by non solvent induced phase separation: are review, *Ind. Eng. Chem. Res.* 50:3798-3817



- H. Strachmann, K Kock, P. Amar and R. W Baker, 1975, The formation mechanism of asymmetric membranes, *Desalination*, 16: 179
- K.L. Tung, Y.L.Li, S. Wang, D. Nanda, C.C.Hu, C.L.Li.J.Y. Lai, J.Huang, 2010, Performance and effect of polymeric membranes on the dead- end microfiltration protein solution during filtration cycle, *Journal Membrane Science*, 352: 143-152
- K.Y.Lin, D.M.Wang, J.Y. Lai, 2002, Nonsolvent induced gelation and its effect on membrane morphology, *macromolecules*, 35;6697-6706
- M.M. Pendergast, E. M.V. Hoek, 2011, A review of water treatment membrane nanotechnologies, *Energy Environ, Science*, 4:1946-1971
- M.A Frommer & D. Lancet, 1972, Mechanism of Membrane Formation. Membrane Structure and their relation to preparation conditions, in H.K Lenadale and H.E Podall (Eds), *Reverse Osmosis Membranes Research*, Plenum Press, New York, 1972, p.85
- M.A Frommer & R.M Messalam, 1973, Mechanism of Membran Formation VI corrective flows and large void formation during membrane precipitation, *Ind Eng. Chem, Prod Res Dev*, 12:328
- N. Widjojo, T.S. Chung, M. Weber, C. Maletzko, V. Warzelhan, 2011, The role of sulphonated polymer and macrovoid-free structure in the support layer of thin film composite (TFC) forward osmosis (FO) membranes, *Journal Membrane Science*, 383: 214-223
- P.B. Kosaraju, K.K. Sirkar, 2008, Interfacially polymerized thin film composite membranes on microporous polypropylene supports for solvent-resistant nanofiltration, *Journal Membrane Science*, 321:155-161
- S.J.Yuan, Z.Wang, Z.H Qiao, M.M Wang, J.X. Wang, S.C Wang, 2011, Improvement of CO₂/N₂ separation characteristics of polyvinyl amine by modifying with ethylene diamine, *Journal Membrane Science*, 378;425-437.
- V Grobe and G Mann, 1968, Struktur bildung beim spinnen vom Polyacrylmtrillosungen in wassenge Fallbader, *Faserforshung Teextiltechn*, 19, 49
- Xinxia Tian, Zhi Wang, Song Zhan, Shichun Li, Jixiao Wang, Shichang Wang, 2014, The influence of the nonsolvent intrusion through the casting film bottom surface on the macrovoid formation, *Journal of Membran Science*, Elsevier, 464:8-19
- Z.F. Fan, Z. Wang. M.R. Duan, J.X. Wang, S.C. Wang, 2008, Preparation and characterization of polyaniline/polysulfone nanocomposite ultrafiltration membrane, *Journal Membrane Science*, 310;402-408.

