



**KARAKTERISASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT DENGAN VARIASI KOMPOSISI
PELARUT ASETON dan ASAM FORMAT**

SKRIPSI

Oleh:
Nanda Widayanti
NIM : 081810301040

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**KARAKTERISASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT DENGAN VARIASI
KOMPOSISI PELARUT ASETON DAN ASAM FORMAT**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Nanda Widayanti
NIM 081810301040

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013

PERSEMBAHAN

Bismillaahir Rahmaanir Rahim...

Syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan ridhaMu Ya Allah.

Shalawat dan salam selalu tercurahkan untuk Nabi Agung Muhammmad SAW.

Skripsi ini semoga dapat menjadi akhir yang indah dan awal yang lebih baik bagi langkah saya di masa depan.

Dengan segenap ketulusan hati, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Nurroyhana dan Ayahanda Widodo tersayang dan tercinta, terimakasih sedalam-dalamnya atas doa, cinta, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, keikhlasan, bimbingan, nasehat, teladan, semangat dan atas segala yang telah diberikan dengan tulus ikhlas kepada ananda hingga ananda bisa meraih semua ini;
2. ibu dosen pembimbingku tersayang Ibu Dwi Indarti S.Si, M.Si, dan Bapak Ir Neran M.kes yang sudah sabar dan telaten dalam membimbing dan mengarahkan penelitian ananda dengan sangat sabar.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan *surat Al-Mujadalah Ayat 11*)^{*)}

Kegagalan bukan hal yang perlu ditakuti, karena orang yang takut gagal adalah orang yang jauh dari kesuksesannya.^{**)}

*) Departemen agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo

***) Anonim. 2012. *Motivasi Diri Menghadapi Kegagalan*. www.garutkab.go.id/download_files/article/Motivasi_Diri_Menghadapi_Kegagalan.pdf [8 Juni 2013]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nanda Widayanti

NIM : 081810301040

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton Dan Asam Format” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Mei 2013

Yang menyatakan,

Nanda Widayanti

NIM 081810301040

SKRIPSI

**KARAKTERISASI MEMBRAN SELULOSA ASETAT DENGAN VARIASI
KOMPOSISI PELARUT ASETON DAN ASAM FORMAT**

Oleh

**Nanda Widayanti
NIM 081810301040**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama	: Dwi Indarti, S.Si, M.Si
Dosen Pembimbing Anggota	: Ir Neran M.kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton Dan Asam Format” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari,tanggal : **SENIN 10 JUN 2013**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama



Dwi Indarti, S.Si., M.Si.

NIP. 197409012000032004

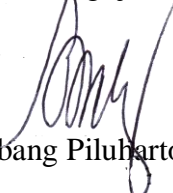
Dosen Pembimbing Anggota



Ir. Neran M. Kes

NIP 194808071974121003

Penguji I,



Dr. Bambang Piluharto, SSi, MSi

NIP 197107031997021001

Penguji II,



I Nyoman Adi Winata, SSi, MSi

NIP. 197105011998021002

Mengesahkan
Dekan HMIPA,



Prof. Drs. Kusno DEA, Ph.D

NIP 1961101081986021001

RINGKASAN

Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton Dan Asam Format; Nanda Widayanti, 081810301040; 14 Mei 2013; 55 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Teknologi pemisahan menggunakan membran semakin berkembang pesat dari tahun ke tahun. Pemanfaatan membran sebagai proses pemisahan dapat dijumpai pada hampir semua industri, baik industri tekstil, makanan dan minuman dan sebagainya. Dibandingkan dengan proses-proses pemisahan yang lain, teknologi membran mempunyai beberapa keunggulan, antara lain dalam hal penggunaan energi dan simplisitas. Selain itu pemisahan menggunakan membran juga lebih sederhana, tidak memerlukan bahan kimia tambahan dan ramah lingkungan.

Membran ultrafiltrasi merupakan salah satu jenis membran dengan gaya dorong tekanan. Prinsip pemisahan dari membran ultrafiltrasi ini adalah menahan koloid dan makro molekul (misalnya protein) tetapi dapat melewatkan partikel garam, gula, air dan molekul kecil. Salah satu material membran ultrafiltrasi yang berkembang saat ini adalah membran selulosa asetat. Kelebihan selulosa asetat sebagai material membran yaitu mudah untuk diproduksi dan bahan mentahnya merupakan sumber yang dapat diperbaharui.

Teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran ultrafiltrasi diantaranya teknik *inversi fasa*. Teknik inversi fasa mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan pada berbagai macam polimer. Morfologi membran, dipengaruhi oleh sistem pelarut dan nonpelarut, konsentrasi polimer, komposisi bak koagulasi dan komposisi larutan polimer. Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik membran, salah satunya yaitu variasi komposisi pelarut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari: (1). pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap densitas (2). pengaruh komposisi

aseton dan asam format terhadap karakterisasi kinerja membran (fluks dan rejeksi/permeabilitas) selulosa asetat. (3). Mempelajari pengaruh komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap sifat kimia dan morfologi membran selulosa asetat.

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Universitas Jember ini berlangsung dalam dua tahap. Pada penelitian tahap pertama dilakukan proses pembuatan membran dengan teknik inversi fasa dengan variasi komposisi pelarut kemudian pada tahap kedua dilakukan karakterisasi membran yang meliputi uji densitas dan kinerja membran (fluks dan koefisien rejeksi). Pengujian fluks membran terdiri atas penentuan waktu kompaksi dan uji fluks air. Koefisien rejeksi membran ditentukan dengan mengukur konsentrasi permeat dan retentat dari larutan dekstran. Dekstran yang dipakai mempunyai berat molekul 100-200 kDa dengan konsentrasi 1000 ppm. Tekanan operasional yang digunakan pada penentuan % rejeksi dan fluks adalah 2 bar; Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan di fakultas farmasi universitas Jember dan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan di laboratorium sentral ilmu hayati *Biosains* di Universitas Brawijaya Malang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bentuk fisik membran berbagai variasi komposisi aseton dan asam format menunjukkan karakteristik yang berbeda, hal ini dibuktikan dengan hasil densitas, kinerja membran, uji sem dan FTIR yang berbeda-beda pada setiap variasi. Hasil densitas tertinggi diperoleh ketika komposisi aseton dan asam format 6/9 mol. Uji kinerja membran, fluks, koefisien permeabilitas dan % rejeksi menunjukkan nilai tertinggi didapatkan ketika komposisi aseton dan asam format 9/6 mol. Hasil uji FTIR membran selulosa asetat dengan polimer selulosa asetat tidak menunjukkan perbedaan. Uji SEM pada semua komposisi aseton dan asam format 9/6 mol menghasilkan pori yang rapat dan banyak permukaan atas serta penampang melintang menghasilkan pori *finger like* yang baik. Parameter baik maupun bagus disini dilihat dari panjang pendeknya struktur *finger like*-nya dari permukaan atas sampai permukaan bawah sehingga ketika air atau suatu larutan melewati membran mudah dan tidak terhalang oleh penyempitan-penyempitan pori yang terjadi.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton Dan Asam Format*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Bapak Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Ibu Dwi Indarti, S.Si., M.Si dan Bapak Ir neran M.kes selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Bambang Piluharto, SSI, MSi dan bapak I Nyoman Adi Winata SSI, MSi selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. dosen-dosen FMIPA umumnya dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. ayah dan mamak, keluarga besar tercinta, terima kasih atas segala doa, semangat, dan dukungannya baik moral maupun material;
7. sepupu-sepupuku Lina Ardila sari S.Pd dan Yuris Balqis Amd.Keb terima kasih atas segala doa, semangat, dan dukungannya;
8. Mas Ade Nugroho S.T terimakasih buat nasehat, doa dan supportnya selama ini;

9. rekan seperjuangan Heny Yunita Novitanti dan Mbak Elis Nur Farida dalam penelitian Membran group yang telah banyak membantu terselesainya skripsi ini, terimakasih untuk bantuan, motivasi dan kerja samanya;
10. sahabat-sahabatku Nisa, Yola Herman, Anggi, Mas roni dan Hardian terimakasih atas motivasi, semangat, dukungan, bantuan, dan nasehatnya;
11. Kakak Nia, Babang Eros, Babang Resa, Lina, Eciz) dan mbak Mita terima kasih buat dukungan dan suportnya selama ini.
12. rekan seperjuangan di Laboratorium Kimia fisik (Maz Ruri, Ardian, mbak Jannah, mbak Rima, mbak Nurul, Wiwin, maz Eka, Rofik), Tim Fly ash (Agustin), Tim Laboratorium Kimia Analitik (Widia, Cilla, Ucik, Titis, Kharisma, Lisa, Deny, Aisyah, Khilda), Tim ikan patin (Dodik, Alvi, Meirinda, Novita), Tim Polimer (Imam, Rustin), Tim Instrumentasi (Putri dan Nila) dan semua teman-teman kimia mulai dari angkatan 2008 sampai 2011 terimakasih atas motivasi, semangat, dukungan, bantuan, dan nasehatnya;
13. Maz Edy, Mas Budi, Mas Darma, Mas Maryono, Mas Dulkolim dan Mbak Sari yang telah banyak membantu;
14. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu terselesainya penulisan skripsi ini, saya ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 17 mei 2013

Penulis

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Teknologi pemisahan menggunakan membran semakin berkembang pesat dari tahun ke tahun. Pemanfaatan membran sebagai proses pemisahan dapat dijumpai pada hampir semua industri, baik industri tekstil, makanan, dan minuman dan sebagainya. Dibandingkan dengan proses-proses pemisahan yang lain, teknologi membran mempunyai beberapa keunggulan, antara lain dalam hal penggunaan energi dan simplisitas. Selain itu pemisahan menggunakan membran juga lebih sederhana, tidak memerlukan bahan kimia tambahan dan ramah lingkungan. Keberhasilan proses pemisahan dengan membran tergantung pada kualitas membran tersebut (Wenten, 2000).

Membran ultrafiltrasi merupakan salah satu jenis membran dengan gaya dorong tekanan. Prinsip pemisahan dari membran ultrafiltrasi ini adalah menahan koloid dan makro molekul (misalnya protein) tetapi dapat melewatkan partikel garam, gula, air dan molekul kecil. Salah satu material membran ultrafiltrasi yang berkembang saat ini adalah membran selulosa asetat. Kelebihan selulosa asetat sebagai material membran yaitu mudah untuk diproduksi dan bahan mentahnya merupakan sumber yang dapat diperbaharui (Wenten, 2000). Kekurangan selulosa asetat adalah sangat sensitive terhadap pH, dibatasi pada pH 2 sampai 8, sangat *biodegradable*, yaitu sangat rentan terhadap mikroba yang ada di alam (Wenten, 2000).

Teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran ultrafiltrasi diantaranya teknik inversi fasa. Teknik inversi fasa mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan pada berbagai macam polimer (Wenten, 2000). Mulder (1996) berpendapat bahwa morfologi membran, dipengaruhi oleh sistem pelarut dan

nonpelarut, konsentrasi polimer, komposisi bak koagulasi dan komposisi larutan polimer. Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik membran, salah satunya yaitu variasi komposisi pelarut. Penelitian ini difokuskan pada variasi komposisi pelarut yaitu aseton dan asam format. Variasi komposisi pelarut ini diharapkan akan mempengaruhi karakteristik membran yang dihasilkan dan mempengaruhi hasil morfologi membran. Sistem Selulosa Asetat/aseton/air menghasilkan tipe membran yang mempunyai tipe membran yang rapat (Wenten, 2000), pori yang rapat menghasilkan permeabilitas yang rendah, salah satu cara untuk meningkatkan permeabilitas membran adalah dengan menambahkan pelarut lain seperti asam format. Adanya variasi komposisi pelarut akan menghasilkan membran yang memiliki ukuran pori yang beragam dan menghasilkan membran dengan selektifitas dan permeabilitas yang berbeda pula.

Menurut Bhongsuwan (2008) komposisi selulosa asetat 20%, formamida 33% dan aseton 47% menghasilkan membran ultrafiltrasi dengan nilai *MWCO* BSA sebesar 9000 kDa. Komposisi formamida (Bhongsuwan, 2008) digantikan dengan asam format untuk melarutkan MSG, (Idris A, 2008), selain dapat melarutkan MSG asam format merupakan pelarut selulosa asetat dengan tingkat selisih kelarutan $4,48 \Delta\delta$ sedangkan formamida $19,74 \Delta\delta$ (Brandrup,1975).

Morfologi membran juga dapat dikendalikan dengan penambahan zat aditif. Menurut Idris A (2008), konsentrasi aditif 6 % MSG pada membran selulosa asetat kinerjanya paling baik dalam menghasilkan pori membran dengan struktur jari (*finger like*). Penelitian ini akan menambahkan zat aditif *Monosodium Glutamat* (MSG) sebesar 6%.

Berdasarkan data di atas dalam penelitian ini variasi komposisi pelarut aseton, asam format dan penambahan 6% konsentrasi aditif diharapkan akan mempengaruhi kinerja membran (fluks dan rejeksi/permeabilitas) dan morfologi membran selulosa asetat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap densitas?
2. Bagaimana pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap waktu kompaksi dan kinerja membran selulosa asetat?
3. Bagaimana pengaruh komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap sifat kimia (FTIR) dan morfologi (SEM) membran selulosa asetat?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap densitas.
2. Mempelajari pengaruh komposisi aseton dan asam format terhadap waktu kompaksi dan kinerja membran selulosa asetat.
3. Mempelajari pengaruh komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap sifat kimia dan morfologi membran selulosa asetat.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan polimer selulosa asetat BM 30.000
2. Karakterisasi kinerja membran meliputi fluks, koefisien permeabilitas dan rejeksi/ permselektivitas.
3. *Monosodium Glutamat (MSG)* yang digunakan sebagai zat aditif adalah Sasa dengan kemurnian 99% dengan konsentrasi sebesar 6 %.
4. Uji gugus kimia menggunakan FTIR
5. Uji morfologi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu membran khususnya untuk material selulosa asetat untuk diaplikasikan terhadap berbagai macam proses filtrasi.
2. Dapat memberikan informasi tambahan mengenai hasil penggunaan variasi aseton dan asam format dalam pembuatan membran selulosa asetat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Membran

Membran berasal dari bahasa Latin “membrana” yang berarti kulit kertas. Saat ini kata “membran” telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semipermeabel (Wenten, 2000).

Proses pemisahan membran berupa perpindahan materi secara selektif karena daya dorong atau penggerak yang berupa perbedaan konsentrasi, tekanan, potensial listrik, atau suhu. Proses pemisahan dengan menggunakan membran ada pemisahan fasa cair-cair umumnya didasarkan atas ukuran partikel dan beda muatan dengan gaya dorong (*diving force*) berupa perbedaan temperatur (ΔT), perbedaan tekanan (ΔP) perbedaan konsentrasi (ΔC), perbedaaan energi (ΔE), dan medan listrik. Hasil pemisahan berupa retentat (bagian dari campuran yang melewati membran) (Mulder, 1996).

Berdasarkan asalnya membran dibagi menjadi membran alami dan sintetik. Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat. Sedangkan contoh membran sintetik seperti poliamida, polisulfon dan polikarbonat (Rautenbach, 1989).

Berdasarkan struktur dan prinsip pemisahannya, membran dapat dibagi menjadi :

a. Membran berpori

Membran jenis ini memiliki ruang terbuka atau kosong, terdapat berbagai macam jenis pori dalam membran. Pemisahan menggunakan membran ini berdasarkan ukuran pori. Selektivitas ditentukan lewat hubungan antara ukuran pori dan ukuran partikel yang dipisahkan. Jenis membran ini biasanya digunakan untuk pemisahan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Berdasarkan ukuran kerapatan pori, membran dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- 1) Makropori : membran dengan ukuran pori > 50 nm,
- 2) Mesopori : membran dengan ukuran pori antara 2 – 50 nm,
- 3) Mikropori : membran dengan ukuran pori < 2 nm (Mulder, 1996).

b. Membran non-pori

Membran non-pori dapat digunakan untuk memisahkan molekul dengan ukuran yang sama baik, baik gas maupun cairan. Membran non-pori berupa lapisan tipis dengan ukuran pori kurang dari $0,001 \mu\text{m}$ dan kerapatan pori rendah. Membran ini dapat memisahkan spesi yang memiliki ukuran sangat kecil yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori. Membran non-pori digunakan untuk pemisahan gas dan penguapan, jenis membran dapat berupa membran komposit atau membran asimetrik, pemisahannya berdasarkan pada kelarutan dan perbedaan kecepatan difusi dari partikel (Mulder, 1996).

c. Carrier Membran (membran pembawa)

Mekanisme perpindahan massa pada membran jenis ini tidak ditentukan oleh membran (atau material dari membran) tetapi ditentukan oleh molekul pembawa yang spesifik yang memudahkan perpindahan spesifik terjadi. Ada dua konsep mekanisme perpindahan dari membran jenis ini yaitu : *carrier* tidak bergerak di dalam matriks membran atau *carrier* bergerak ketika dilarutkan dalam suatu cairan. Permeabilitas terhadap suatu komponen sangat tergantung pada sifat molekul *carrier*. Selektivitas yang tinggi dapat dicapai jika digunakan *carrier* khusus. Komponen yang akan dipisahkan dapat berupa gas atau cairan, ionik atau non-ionik.

Berdasarkan geometri porinya, membran dibedakan atas membran asimetrik dan simetrik (Gruenwedel dan Whitaker, 1987).

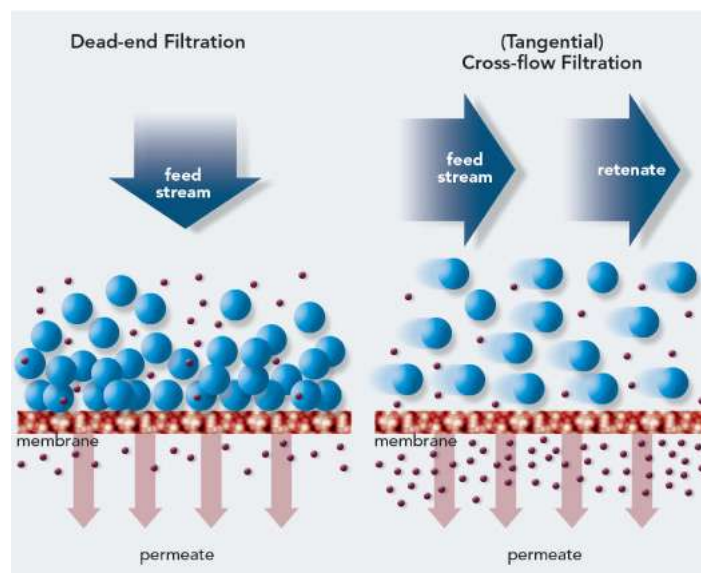
1). Membran simetrik

Membran ini mengandung pori dengan ketebalan $10\text{-}200 \mu\text{m}$. Membran ini memiliki struktur pori yang homogen di seluruh bagian membran. Jenis membran ini kurang efektif karena memungkinkan lebih cepat terjadinya penyumbatan pori dan mengakibatkan *fouling* atau penyumbatan pori pada penggunaannya (Mulder, 1996).

2). Membran asimetrik

Membran ini terdiri dari dua lapisan, yaitu kulit yang tipis dan rapat dengan ketebalan 0,1-0,5 μm dan lapisan pendukung berpori besar dengan ketebalan 50-150 μm . Membran asimetrik menghasilkan selektivitas yang lebih tinggi disebabkan oleh rapatnya lapisan atas membran dan mempunyai kecepatan permeasi yang tinggi karena tipisnya membran. Tingginya laju filtrasi pada membran asimetrik ini disebabkan mekanisme penyingkapan permukaan. Partikel yang ditolak tertahan pada permukaan membran (Mulder, 1996). Tingkat pemisahan membran asimetrik jauh lebih tinggi dari pada membran simetrik pada ketebalan yang sama. Hal ini disebabkan karena pada membran simetrik, partikel yang melewati pori akan menyumbat pori-pori membran sehingga penyingkapan membran menurun drastis (Mulder, 1996).

Berdasarkan sistem operasinya dibedakan atas *system dead-end* dan *crossflow*. Gambaran mengenai *system dead-end* dan *crossflow* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema sistem operasi membran

Berdasarkan tekanan yang digunakan sebagai gaya, membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu :

a). Mikrofiltrasi

Membran mikrofiltrasi (MF) dapat dibedakan dari membran *reverse osmosis* (RO) dan ultrafiltrasi (UF) berdasarkan ukuran partikel yang dipisahkannya. Pada membran mikrofiltrasi, garam-garam tidak dapat direjeksi oleh membran. Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi dapat dibuat dari berbagai macam material baik organik maupun anorganik. Membran anorganik banyak digunakan karena ketahanannya pada suhu tinggi. Beberapa teknik yang digunakan untuk membuat membran antara lain *sintering*, *track atching*, *stretching*, dan *phase inversion* (Wenten, 2000).

b). Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi berada diantara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 1 μm sampai 1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan membran berpori dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap ukuran pori membran. Ukuran molekul yang dapat lolos melewati membran ultrafiltrasi berkisar antara 10^4 - 10^8 dalton (Mulder, 1996).

c). *Reverse Osmosis*

Membran *reverse osmosis* (osmosis balik) digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya. Membran yang lebih *dense* (ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah) dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. hal ini menyebabkan tekanan operasi pada osmosis balik akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran osmosis balik memiliki sruktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan

padat serta matriks penyokong dengan tebal 50 sampai 150 μm . Tahanan ditentukan oleh lapisan atas yang rapat (Wenten, 2000).

2.2 Membran Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi (UF) berada diantara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 0,05 μm sampai 1 nm. Karakteristik membran umumnya dinyatakan dalam *Molecular Weight Cut Off* (MWCO), atau berat molekul yang ditolak oleh membran. Berat Molekul yang dapat ditolak oleh membran ultrafiltrasi berkisar antara 10^4 - 10^8 Dalton. Pada prinsipnya membran ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ini merupakan membran berpori di mana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap ukuran pori membran. Transport pelarut secara langsung berhubungan dengan besarnya tekanan yang diberikan. Membran ultrafiltrasi mempunyai struktur yang asimetrik dengan lapisan atas yang lebih padat (ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah) sehingga mengakibatkan ketahanan hidrodinamikanya lebih tinggi (Wenten, 2000).

Secara komersial membran-membran ultrafiltrasi biasanya dibuat dari material-material polimer dan teknik yang digunakan adalah teknik inversi fasa. Polimer yang umum digunakan antara lain polimida, polisulfon, selulosa asetat dan lain sebagainya. Pada prinsipnya proses membran ultrafiltrasi telah banyak digunakan untuk memisahkan molekul-molekul besar dari moleku-molekul kecil. Aplikasinya banyak ditemukan dalam berbagai bidang industri seperti makanan, tekstil, farmasi, industri kertas, dan masih banyak lagi yang lain (Mulder, 1996).

2.3 Teknik Pembuatan Membran

Teknik-teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template leaching*, pelapisan (*coating*), dan inversi fasa (Wenten, 2000).

a. Sintering

Sintering adalah teknik yang sangat sederhana, bisa dilakukan baik pada bahan anorganik maupun organik. Bubuk dengan ukuran tertentu dikompresi dan disintering pada temperatur tinggi. Selama sintering antar muka antara partikel yang berkontak hilang membentuk pori. Teknik ini menghasilkan membran dengan ukuran pori 0,1 sampai 10 μm (Wenten, 2000).

b. Stretching

Stretching adalah suatu metode pembuatan membran dimana film yang telah diekstrusi atau foil yang dibuat dari bahan polimer semi kristalin ditarik searah proses ekstruksi sehingga molekul-molekul kristalnya akan terletak paralel satu sama lain. Jika stress mekanik diaplikasikan maka akan terjadi pemutusan dan terbentuk struktur pori dengan ukuran 0,1 sampai 0,3 μm (Wenten, 2000).

c. Track-Etching

Track-Etching merupakan metode dimana film atau foil ditembak oleh partikel radiasi berenergi tinggi tegak lurus ke arah film. Partikel akan merusak matriks polimer dan membentuk suatu lintasan. Film kemudian dimasukkan ke dalam bak asam atau basa dan matriks polimer akan membentuk goresan sepanjang lintasan untuk selanjutnya membentuk pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit (Wenten, 2000).

d. Template-Leaching

Template-Leaching merupakan suatu teknik lain untuk membuat membran berpori yaitu dengan cara melepaskan salah satu komponen (*leaching*). Membran gelas berpori dapat dibuat dengan cara ini (Wenten, 2000).

e. Inversi fasa

Inversi fasa merupakan salah satu metode pembuatan membran. Inversi fasa adalah suatu proses pengubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Proses pemadatan (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fasa cair ke fasa dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Tahap tertentu selama

proses *demixing*, salah satu fasa cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga akan terbentuk matriks padat.

2.4 Inversi Fasa

Proses pembuatan membran pada umumnya menggunakan metode inversi fasa yaitu perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Proses pemadatan (solidifikasi) ini diawali dengan transisi dari fase satu cairan menjadi fase dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Suatu tahap selama *demixing*, salah satu dari fase cairan tersebut (fase polimer berkonsentrasi tinggi) akan menjadi padat sehingga terbentuk matriks padatan (Wenten, 2000). Tahapan proses secara umum dalam inversi fasa antara lain: homogenasi, pencetakan, penguapan sebagian pelarut dengan cara waktu penguapan dan dimasukkan ke dalam bak koagulasi. Metode inversi fasa mencakup berbagai macam teknik pengendapan yaitu :

a. *Pengendapan dengan penguapan pelarut*

Merupakan metode yang paling sederhana. Larutan polimer yang telah dicetak dibiarkan menguap pada suasana *inert* untuk mengeluarkan uap air, sehingga didapatkan membran homogen yang tebal.

b. *Pengendapan fase uap*

Pada metode ini, membran dibuat dengan cara meletakkan cetakan film yang terdiri dari polimer dan pelarut pada suasana uap dimana fase uap mengandung uap jenuh nonpelarut dan pelarut yang sama dengan cetakan film. Konsentrasi pelarut yang tinggi di fase uap mencegah penguapan pelarut dari cetakan film. Pembentukan membran terjadi karena difusi dari nonpelarut ke dalam cetakan film. Membran yang terbentuk adalah membran berpori tanpa lapisan atas.

c. *Pengendapan dengan penguapan terkendali*

Metode ini memanfaatkan perbedaan volatilitas antara pelarut dan nonpelarut. Selama pelarut lebih mudah menguap dari nonpelarut maka perubahan komposisi selama penguapan bergerak ke arah kandungan nonpelarut yang lebih tinggi dan

konsentrasi polimer yang lebih tinggi. Membran yang terbentuk adalah membran berkulit.

d. Pengendapan Termal

Metode ini membentuk membran dengan cara mendinginkan larutan polimer supaya terjadi pemisahan fase dan penguapan pelarut. Penguapan pelarut sering mengakibatkan terbentuknya membran berkulit untuk mikrofiltrasi. Larutan polimer dengan pelarut tunggal atau campuran lebih diharapkan untuk memudahkan terjadinya pemisahan fasa.

e. Pengendapan Imersi

Metode pengendapan imersi adalah metode yang saat ini sering dipakai untuk membuat membran. Larutan polimer dicetak dalam suatu tempat dan dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang mengandung nonpelarut. Membran terbentuk karena pertukaran pelarut dan nonpelarut.

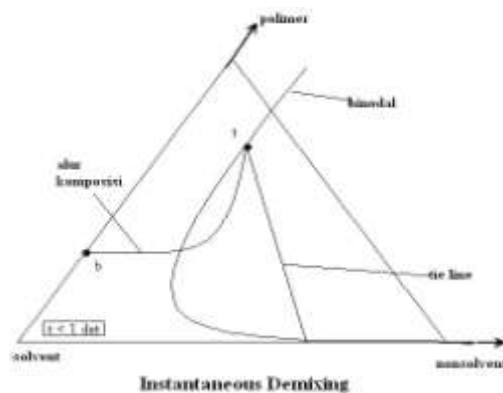
Pembuatan membran Selulosa Asetat dalam penelitian ini menggunakan metode pengendapan imersi. Satu-satunya persyaratan untuk membuat membran dengan metode ini adalah polimer yang digunakan harus larut pada pelarutnya atau campurannya. Syarat ini dimaksudkan agar dapat terjadi *liquid-liquid demixing*. *Demixing* ini merupakan proses awal pemadatan untuk membentuk membran dan akan terjadi pertukaran pelarut dengan nonpelarut pada membran tersebut. Pertukaran pelarut ini menyebabkan polimer tersebut membentuk matriks padatan dan menjadi membran. Proses *demixing* dibedakan menjadi dua mekanisme: (Wenten,2000)

1). *Instantaneous demixing*

Instantaneous demixing berarti *demixing* terjadi segera setelah polimer dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang berisi nonpelarut. Mekanisme ini bila digambarkan ke dalam diagram tiga fase, maka terlihat kurva memotong *binodal* (gambar 2.2). *Binodal* adalah garis kesetimbangan dua fase. Jika mekanisme *instantaneous demixing* terjadi maka membran yang terbentuk adalah membran berpori.

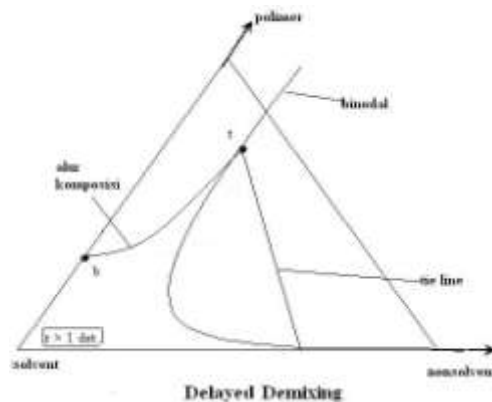
2). *Delayed demixing*

Delayed demixing berarti *demixing* terjadi beberapa saat setelah polimer dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Mekanisme ini tidak memotong binodal pada diagram tiga fase (gambar 2.3). Membran yang terbentuk adalah membran tidak berpori.



Sumber : Wenten 2000

Gambar 2.2 Binodal *Instantaneous Demixing*



Sumber : Wenten 2000

Gambar 2.3 Binodal *Delayed Demixing*

2.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi morfologi membran

a. *Jenis Sistem Pelarut nonpelarut*

Pemilihan sistem pelarut–nonpelarut sangat mempengaruhi struktur membran yang dihasilkan. Nonpelarut yang digunakan sebagai koagulan harus dapat larut

dalam pelarut. Air adalah nonpelarut yang umum digunakan dalam proses inversi fasa. Air adalah nonpelarut yang umum digunakan dalam proses inversi fasa.

Proses pencampuran dapat berlangsung secara sempurna jika komposisi semua bahan penyusun membran mempunyai daya larut yang sama. Di samping itu komposisi total sangat menentukan homogenitas dan kinerja membran.

Kelarutan polimer berkurang dengan bertambahnya massa molekul. Jika suatu polimer dapat larut dalam pelarut yang cocok kemudian ditambahkan bukan pelarut (jika larutan polimer dituangkan ke dalam bukan pelarut yang jumlahnya berlebihan) maka polimer akan mengendap.

b. Pemilihan polimer (jenis polimer)

Merupakan salah satu faktor penting karena akan membatasi jenis pelarut dan nonpelarut yang digunakan. Pemilihan material membran menjadi penting dengan memperhatikan faktor fouling (efek adsorpsi, karakteristik hidrofilik/ hidrofobik), kestabilan termal dan kimia.

c. Komposisi pelarut

Komposisi pelarut merupakan parameter lain yang sangat mempengaruhi jenis struktur membran yang terbentuk. Pembuatan membran selulosa asetat dapat menggunakan dua macam pelarut. Sistem selulosa asetat/aseton/air menghasilkan tipe membran yang mempunyai tipe membran yang rapat (Wenten, 2000).

Beberapa pelarut yang digunakan untuk pembuatan membran selulosa asetat yaitu dimetil formamida (DMF), dimetil asetamida (DMAc), aseton, dioksan, tetrahidrofuran (THF), asam asetat (HAc), asam format, aseton dan dimetil sulfoksida (DMSO). Polimer harus larut secara sempurna oleh pelarut. Semakin dekat harga parameter kelarutan antara polimer dan pelarut (selisih ($\Delta\delta$ (tabel 2.1)) parameter kelarutan antara polimer dan pelarut semakin kecil) maka kelarutannya makin baik. Kelarutan itu dapat dilihat dari harga parameter kelarutan. Nilai parameter kelarutan untuk selulosa asetat adalah $19,96 \text{ MPa}^{1/2}$. Parameter kelarutan beberapa pelarut selulosa asetat ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter Kelarutan (Brandrup,1975)

Pelarut	Kelarutan (δ (MPa ^{1/2}))	$\Delta\delta$ (selisih kelarutan) dengan selulosa asetat
Dioksan	20,6	0,64
Aseton	20,3	0,34
DMSO	29,7	9,74
DMF	24,8	4,84
DMac	22,1	2,14
Asam asetat	20,7	0,74
Anilin	21,1	1,14
Asam format	24,8	4,48
THF	18,6	1,36
Metanol	29,7	9,74
Formamida	39,7	19,74

d . Komposisi bak koagulasi

Penambahan pelarut ke dalam bak koagulasi adalah parameter lain yang sangat mempengaruhi jenis struktur membran yang terbentuk. Jumlah pelarut maksimum yang dapat ditambahkan ditentukan oleh posisi binodal. Seperti gambar 2.2, saat binodal berganti arah mendekati sumbu polimer/pelarut, maka pelarut yang dapat ditambahkan ke dalam bak koagulasi akan lebih banyak. Jika bak koagulasi hanya mengandung air murni, *instantaneous demixing* akan terjadi karena jalur komposisi awal akan memotong binodal.

e . Komposisi larutan polimer

Komposisi larutan polimer harus tetap berada pada satu fasa sehingga tidak terjadi demixing, sehingga penambahan bahan lain dalam larutan polimer akan mempengaruhi struktur membran. Penambahan air sebagai non pelarut ke dalam larutan polimer menyebabkan terjadinya peristiwa *instantaneous demixing*. Apabila

larutan polimer tidak mengandung air pembentukan membran terjadi melalui mekanisme pemisahan tertunda (*delayed demixing*) sehingga diperoleh membran *non porous* (Mulder, 1996).

f. *Waktu penguapan larutan dope*

Waktu penguapan ini berkaitan dengan berapa kuantitas pelarut yang meninggalkan film polimer ketika proses pembentukan pori-pori membran sedang berlangsung. Dalam hal ini pelarut berfungsi sebagai pembentuk pori. Saat pori terbentuk, pelarut berada dalam pori-pori tersebut kemudian disesak oleh nonpelarut dalam bak koagulasi hingga terjadi solidifikasi. Sebelum solidifikasi, penguapan pelarut menyebabkan pori yang sudah terbentuk menyatu kembali. Semakin lama waktu penguapan, semakin sedikit dan semakin kecil diameter pori yang terbentuk (Kesting, 1971).

g. *Penambahan aditif*

Aditif memiliki fungsi yang spesifik. Fungsi tersebut meliputi perlindungan terhadap pengaruh lingkungan seperti penolak nyala, penyerap radiasi ultraviolet, antioksidan, antiozon (stabilitas termal dan kimia), mempermudah pemrosesan, memperbaiki kekuatan mekaniknya (Smallman dan Bhisop, 2000). Efek aditif pada larutan casting tergantung pada sejauh mana pengaruh aditif pada tingkat pengendapan dalam hal ini aditif yang dimaksud ialah MSG. Aditif dalam larutan casting meningkatkan tingkat pengendapan, tetapi jika aditif, misalnya untuk benzene ada dalam larutan casting akan cenderung untuk mengurangi tingkat pengendapan. Oleh karena itu mendukung struktur spons (Idris *et al.*, 2008).

2.6 Material Membran

Membran dapat dibuat dari berbagai material (Wenten, 2000). Pemilihan polimer sebagai bahan baku membran dilakukan berdasarkan faktor strukturalnya. Faktor struktural ini akan menentukan sifat termal, kimia, dan mekanik. Masing-

masing faktor tersebut akan mempengaruhi sifat intrinsik polimer, yaitu permeabilitas (Mulder,1996).

Semua polimer pada dasarnya dapat digunakan sebagai material membran, tetapi karena perbedaan sifat fisik dan kimia yang sedemikian banyaknya sehingga jumlahnya hanya dibatasi untuk penggunaan praktis.

2.6.1 Selulosa Asetat

Bahan mentah selulosa asetat (CA) adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang tersusun atas satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida β -1,4 antar molekul glukosa penyusunnya. Selulosa membentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan. Molekul selulosa merupakan rantai-rantai, atau mikrofibril dari D glukosa sampai 14.000 satuan yang terdapat sebagai berkas-berkas terpuntir mirip tali, yang terikat satu sama lain oleh hidrogen (Fessenden, 1989). Berat molekulnya bervariasi antara 500.000-1.500.000 yang tiap unitnya mempunyai berat molekul 3000-9000. Setiap unit glukosa mengandung 3 gugus hidroksil yang sangat tidak reaktif. Selulosa mempunyai sifat seperti kristalin dan tidak mudah larut dalam air walaupun polimer ini sangat hidrofilik. Hal ini disebabkan oleh sifat kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antara gugus hidroksil (Mulder, 1996).

Selulosa asetat berwujud padat (serbuk), mempunyai rumus molekul $(C_6H_7O_2(CH_3COO)_3)_x$ dengan titik lebur: 533,15K. Sedangkan sifat kimia selulosa asetat: larut dalam acetone, dimetilformamida (DMF), dioksan tetrahidrofur (THF), asam asetat, dimetilsulfoksida (DMSO), dimetilasetamida (DMAc).

Selulosa asetat merupakan ester yang paling penting yang berasal dari asam organik, digunakan untuk pabrik cat laker, plastik, film dan benang. Bila dibandingkan dengan selulosa nitrat, selulosa asetat tidak mudah terbakar. Sifat-sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusi yang berperan terhadap kecocokannya dengan membuat plastik maupun kelarutannya dalam pelarut. Kriteria

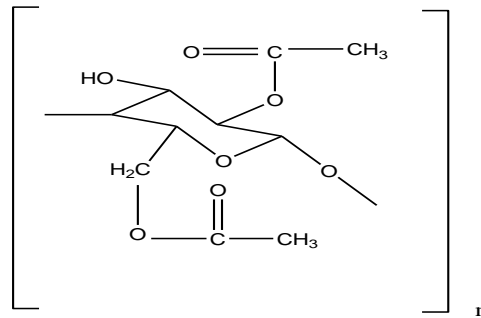
kedua adalah derajat polimerisasi, yang dinyatakan dengan kekentalan yang mempengaruhi sifat-sifat mekanik produk-produk dan kesanggupan kerjanya (Fengel dan Wegener, 1995).

Selulosa asetat berwarna putih, berbau menyengat, hambar dan tidak beracun. Selulosa asetat diproduksi dengan kandungan asetil 38%-40,5%. Selulosa asetat sangat berguna karena mudah larut dalam aseton, termoplastik, warna yang bagus dan stabil (Mark *et al.*, 1968).

Reaksi esterifikasi selulosa asetat pada dasarnya adalah pergantian satu, dua atau tiga gugus hidroksil dari unit glukosa. Esterifikasi akan berlangsung lebih cepat dengan adanya katalisator asam kuat (H_2SO_4). Selain asam sulfat, asam perklorat juga bisa digunakan sebagai katalisator karena keduanya merupakan asam kuat yang dapat terdisosiasi sempurna dalam air sehingga reaksi berlangsung lebih cepat (Fengel dan Wegener, 1995).

Membran selulosa asetat mempunyai kekurangan antara lain sangat reaktif terhadap reaksi kimia, reaksi biologi, perubahan suhu, dan kadar pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Pencegahan kerusakan penggunaan membran dapat diusahakan berlangsung pada suhu kamar (Kesting, 1971). Selulosa asetat memiliki beberapa keuntungan sebagai membran di dalam proses ultrafiltrasi antara lain tingkat selektifan untuk menahan material cukup tinggi (Mulder, 1996). Struktur kimia selulosa asetat dapat dilihat pada gambar 2.4.

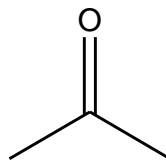
Membran selulosa asetat mempunyai kekurangan antara lain sangat reaktif terhadap reaksi kimia, reaksi biologi, perubahan suhu, dan kadar pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Pencegahan kerusakan penggunaan membran dapat diusahakan berlangsung pada suhu kamar untuk mencegah (Kesting, 1971). Selulosa asetat memiliki beberapa keuntungan sebagai membran di dalam proses nanofiltrasi antara lain selektifannya cukup tinggi sehingga materi-materi yang kecil pun dapat ditahan (Mulder, 1996).



Gambar 2.4 Selulosa asetat (Saunders, 1994)

2.6.2 Aseton

Aseton juga dikenal sebagai propanon, dimetil keton, 2-propanon, propan-2-on, dimetilformaldehida, dan β -ketopropana, adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Struktur kimia aseton dapat dilihat pada gambar 2.5 Aseton merupakan keton yang paling sederhana. Aseton digunakan untuk membuat plastik, serat, obat-obatan, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Selain dibuat atau dihasilkan secara industri, aseton juga dapat ditemukan secara alami.



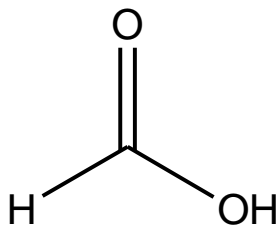
Gambar 2.5 Stuktur Aseton (Anonim, 2012)

Aseton juga mempunyai kerapatan $0,79 \text{ g/cm}^3$ dimana larut dalam air dan mempunyai titik didih $56,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Anonim, 2012). Aseton larut dalam berbagai perbandingan dengan air, etanol, dietil eter,dll. Pembuatan membran selulosa asetat menggunakan pelarut aseton menghasilkan tipe membran yang mempunyai pori yang rapat (Wenten,2000).

2.6.3 Asam Format

Asam format adalah asam karboksilat yang paling sederhana. Asam format secara alami terdapat pada antara lain sengat lebah dan semut. Asam format (suatu cairan tidak berwarna, berbau tajam/menyengat, menyebabkan iritasi pada hidung, tenggorokan dan dapat membakar kulit) dapat larut sempurna dengan air dan sedikit alrut dalam benzene, karbon tetra klorida, toluene, serta tidak larut dalam hidrokarbon alifatik seperti heptana dan oktana juga dapat melarutkan *polyvynil clorida* (PVC). Campuran asam format air membentuk azeotrop (campuran larutan yang mempunyai titik didih mendekati titik beku). Asam format atau kadang disebut asam semut/asam metanoat dan merupakan asam terkuat dari seri homolog gugus karboksilat yang mengalami beberapa reaksi kimia (dekomposisi, reaksi adisi, siklisasi, asilasi) (Anonim,1995).

Asam format juga merupakan senyawa intermediat (senyawa antara) yang penting dalam banyak sintesis kimia. Rumus kimia asam format dapat dituliskan sebagai CH_2O_2 . Di alam, asam format ditemukan pada sengatan dan gigitan banyak serangga dari ordo *Hymenoptera*, misalnya lebah dan semut. Asam format juga merupakan hasil pembakaran yang signifikan dari bahan bakar alternatif,yaitu pembakaran metanol dan etanol yang tercampur air, jika dicampurkan dengan bensin. Nama asam format berasal dari kata Latin (*formica*) yang berarti semut. Pada awalnya, senyawa ini di isolasi melalui distilasi semut. Senyawa kimia turunan asam format, misalnya kelompok garam dan ester, dinamakan (*format* atau *metanoat*). Ion format memiliki rumus kimia HCOO^- .



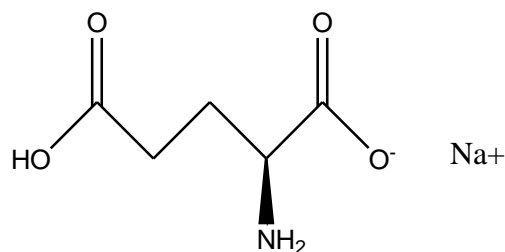
Gambar 2.6 Stuktur Aseton (Anonim, 2012)

Asam format terdapat pada semut merah (asal dari nama), lebah, jelatang dan sebagainya (juga sedikit dalam urine). Sifat fisika: cairan, tak berwarna, merusak kulit, berbau tajam, larut dalam H₂O dengan sempurna. Sifat kimia: asam paling kuat dari asam-asam karboksilat, mempunyai gugus asam dan aldehida (Riawan, 1990).

2.6.4 MSG (*Monosodium glutamate*)

Monosodium glutamat juga dikenal sebagai sodium glutamat atau MSG, merupakan garam natrium dari asam glutamat yang merupakan salah satu asam amino non-esensial paling berlimpah yang terbentuk secara alami. Glutamat dalam MSG memberi rasa umami yang sama seperti glutamat dari makanan lain. Keduanya secara kimia identik. Gambar 2.7 merupakan struktur dari MSG

Massa molar : 169.111 g/mol
 Penampilan : serbuk kristal putih



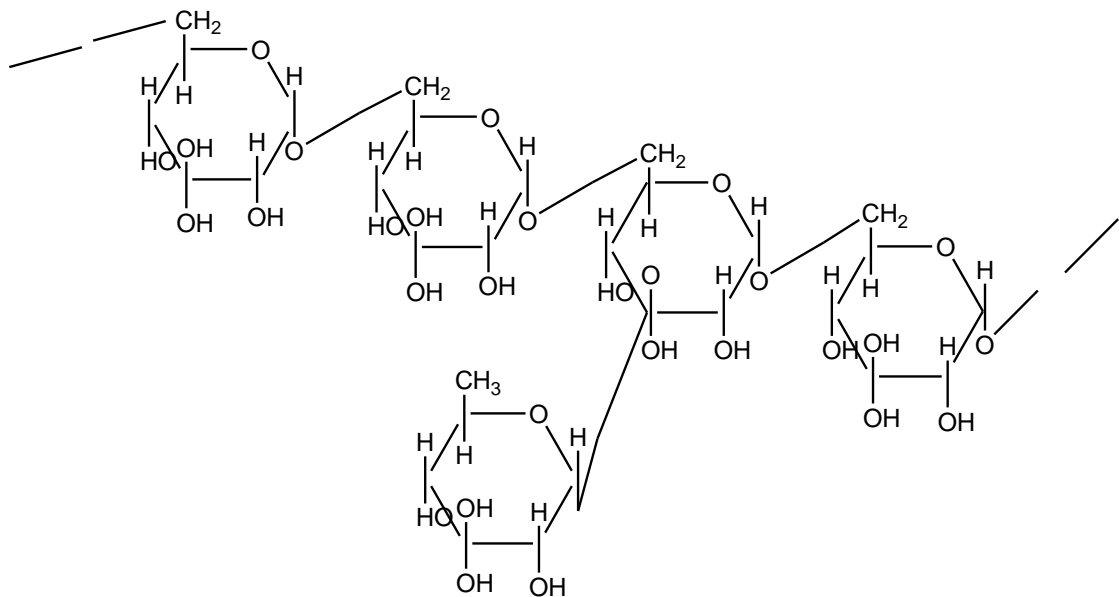
Gambar 2.7 struktur dari MSG (Anonim,2007)

Produsen makanan industri memasarkan dan menggunakan MSG sebagai penguat cita rasa karena zat ini mampu menyeimbangkan, menyatukan, dan menyempurnakan persepsi total rasa lainnya. Nama dagang untuk *monosodium glutamat* termasuk diantaranya Sasa. Wujudnya adalah serbuk kristal berwarna putih dan tidak berbau yang dalam larutan terdisosiasi menjadi glutamat dan natrium. Bahan ini sangat mudah larut dalam air, tetapi tidak bersifat higroskopis dan praktis tidak larut dalam pelarut organik umum seperti eter (Anonim, 2012). *Monosodium glutamate* sangat

hidrofilik karena gugus hidroksil dalam struktur MSG ini mudah di dapat dan murah, MSG terhadap aditif juga berfungsi dalam pembersihan urea dalam proses dialisis (Idris A, 2008).

2.7 Dekstran

Dekstran merupakan glukosa dengan ikatan α -D-1,6-glukosa dengan rantai samping 1,3 yang terikat pada rantai C bipolimer. Derajat percabangan kira-kira 5%. Cabang ini sebagian besar terdiri dari 1-2 unit glukosa. Dekstran bersifat fleksibel dan polimer yang panjang dan di dalam larutan berada sebagai gulungan yang dapat memanjang. Dekstran dengan mudah larut dalam air. pH tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kelarutannya. Larutan dapat dibuat pada konsentrasi (>50% berat/volume). Gambar 2.8 merupakan struktur dari dekstran.



Gambar 2.8 struktur dekstran

Dekstran larut juga dalam pelarut lain, khususnya metal sulfide, formamida, etilen glikol dan gliserol. Dekstran tidak larut dalam monohidric alkohol, sebagai contoh methanol, etanol dan isopropanol dan juga kebanyakan keton seperti aseton dan 2-propanon.

Larutan dekstran biasanya digunakan sebagai salah satu larutan standart dalam perhitungan nilai selektivitas karena ketersediaan senyawa dekstran dalam spektrum massa molekul relatif yang luas (Nasir, 2000). Larutan dekstran dapat dengan mudah difiltrasi. Larutan dekstran yang besar membutuhkan tekanan yang lebih besar untuk meningkatkan laju filtrasi dan laju filtrasi dapat ditingkatkan dengan menaikkan suhu. Luas sistem filter harus sesuai dengan volume dan konsentrasi larutan dekstran yang digunakan (Pharmacosmos, 2006).

2.8 Karakterisasi Membran

Karakterisasi pada membran diklasifikasikan menjadi beberapa uji, yaitu :

2.8.1 Fluks Membran

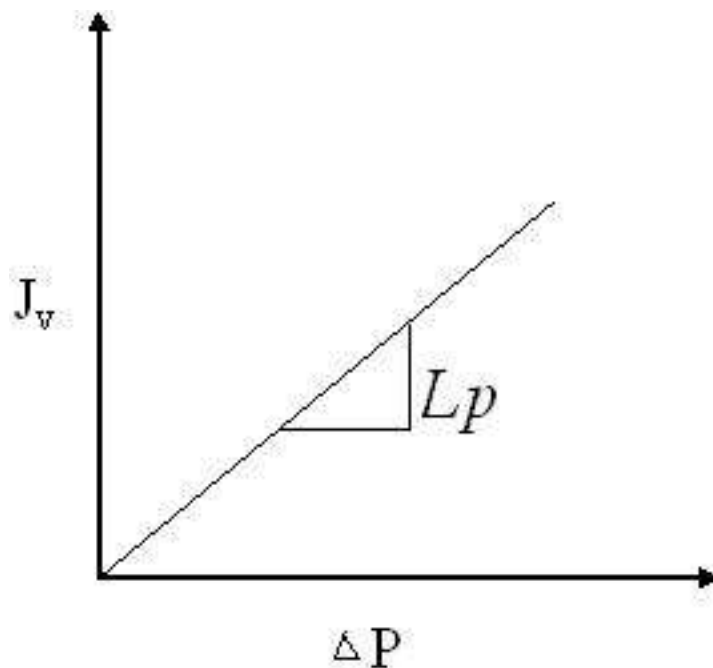
Kinerja suatu membran ditentukan oleh dua parameter, fluks dan selektifitas. Fluks volume adalah jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran persatuan waktu dan satuan luas permukaan membran. Permeabilitas akan menentukan harga fluks yang merupakan volume permeat yang melewati tiap satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Fluks volume dirumuskan pada persamaan 2.1

$$J_v = \frac{V}{A.t} \quad (2.1)$$

dimana:

- J_v = fluks volume ($L/m^2.jam$)
- V = volume permeat (L)
- A = luas permukaan (m^2)
- t = waktu (jam)

Aliran selanjutnya sering dinotasikan sebagai fluks yang didefinisikan sebagai volume aliran yang melalui membran per unit area dan waktu. Beberapa satuan SI yang dipakai untuk menyatakan fluks antara lain: L/m^2 jam dan L/m^2 hari. Sebelum uji fluks, terlebih dahulu dilakukan kompaksi terhadap membran yang akan diuji. Kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran hingga diperoleh fluks air yang konstan. Penurunan fluks air akan terjadi karena adanya deformasi mekanik pada matriks membran akibat tekanan yang diberikan. Proses deformasi ini mengakibatkan terjadinya pemadatan pori membran, sehingga nilai fluks menjadi turun. Perlakuan tersebut akan menghasilkan nilai fluks untuk setiap tekanan pada membran, kemudian dibuat grafik nilai perubahan tekanan (sebagai sumbu X) dan nilai fluks (sebagai sumbu Y). Nilai L_p (koefisien permeabilitas) ditentukan dari nilai slope yang didapatkan pada setiap grafik (lihat gambar 2.9). Koefisien permeabilitas bisa dinyatakan melalui persamaan 2.2 (Mulder, 1996)



Gambar 2.9 Grafik penentuan koefisien permeabilitas (L_p)

$$J_v = L_p \Delta P \quad (2.2)$$

dimana:

J_v = fluks air (L/m^2 ;jam)

L_p = koefisien permeabilitas ($L/m^2 \cdot jam \cdot atm$); dan

ΔP = perubahan tekanan.

Persamaan 2.2 menunjukkan bahwa fluks berbanding lurus dengan perubahan tekanan. Fluks dialurkan terhadap perubahan tekanan akan diperoleh kemiringan kurva yang merupakan nilai dari koefisien permeabilitas.

2.8.2 Selektifitas membran

Selektifitas membran terhadap campuran secara umum dinyatakan oleh satu dari dua parameter yaitu koefisien rejeksi (R) dan faktor pemisahan (α). Campuran larutan encer yang terdiri dari pelarut (sebagian besar air) dan zat terlarut lebih sesuai dengan retensi terhadap terlarut. Zat terlarut sebagian atau secara sempurna ditahan sedang molekul pelarut air dengan bebas melalui membran. Rejeksi dinyatakan dalam persamaan 2.3.

$$R = (1 - C_p/C_r) \times 100\% \quad (2.3)$$

dimana :

R = koefisien rejeksi,

C_p = Konsentrasi permeat,

C_r = konsentrasi retentat

R adalah parameter yang tidak berdimensi, sehingga tidak berpengaruh unit konsentrasinya. Nilai R berkisar antara 100% (jika zat terlarut dapat ditahan secara sempurna) dan 0% zat terlarut dan pelarut melalui membran secara bebas (Mulder, 1996).

2.8.3 Uji Densitas

Densitas merupakan parameter yang sangat penting karena berkaitan dengan volume bebas, difusifitas, dan permeabilitas. Lebih dari itu dapat memberikan informasi tentang kristalinitas polimer. Pengujian densitas dilakukan dengan menimbang membran, kemudian hasilnya dibagi dengan volume kering. Penentuan volume kering dilakukan dengan perkalian luas alas x tebal film (Indarti dan Yudianti, 1995 dalam Piluharto, 2001).

$$Densitas = \frac{\text{Berat film selulosa asetat kering}}{\text{Volume film selulosa asetat kering}} \quad (2.4)$$

2.8.4 Teknik SEM (mikroskop elektron scanning)

SEM (*Scanning Elektron Microscope*) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energy tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat menentukan lokasi berkas elektron yang berintensitas tertinggi itu. Ketika dilakukan pengamatan terhadap material, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron yang ber intensitas tertinggi di scan keseluruhan permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan kita dapat membatasi lokasi pengamatan yang kita lakukan dengan melakukan zoon – in atau zoon – out. Dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui

dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam komputer (Anonim, 2012).

SEM (*Scanning Elektron Microscope*) memiliki resolusi yang lebih tinggi dari pada mikroskop optic. Hal ini di sebabkan oleh panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek dari pada gelombang optic. Karena makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop. SEM mempunyai depthoffield yang besar, yang dapat memfokuskan jumlah sampel yang lebih banyak pada satu waktu dan menghasilkan bayangan yang baik dari sampel tiga dimensi (Anonim, 2012).

2.8.5 Spektroskopi FTIR

Spektroskopi infra merah dapat digunakan untuk penentuan struktur, khususnya senyawa-senyawa organik (Khopkar, 2002) dan polimer (Stevens, 2001). Walaupun spektrum infra merah suatu molekul poli atom sangat rumit untuk di analisis, namun gugus fungsional suatu molekul tampak pada daerah spesifik (Hendayana, 1994).

Metode spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan (absorption), teknik emisi (emission), teknik fluoresensi (fluorescence). Analisis FTIR dapat digunakan untuk analisis seacara kualitatif maupun kuantitatif. Analisa kualitatif spektroskopi FTIR secara umum digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam suatu senyawa yang dianalisa (Silverstain, 1986).

Metode Spektroskopi inframerah ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang belum diketahui, karena spektrum yang dihasilkan spesifik untuk senyawa tersebut. Gugus fungsi yang ada pada rantai selulosa adalah hidroksil. Gugus tersebut terikat pada setiap unit glukosa. Gugus hidroksil pada selulosa

tidak hanya menentukan struktur supramolekul, tetapi juga menentukan sifat fisika dan kimia selulosa (Fengel dan Wegener, 1995).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Agustus 2012 sampai Maret 2013 di Laboratorium Kimia Fisik dan Laboratorium Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Fakultas Farmasi Universitas Jember

Uji SEM dilakukan di LSIH (Laboratorium Sentral Ilmu Hayati) *Biosains* Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: alat-alat gelas, *hot plate* (penangas), pengaduk, neraca analitis merk OHAUS, kompresor, *micrometer*, selotip, *spectrophotometer UV/VIS 756CRT*, botol semprot, alat pencetak membran (pelat kaca dan lampu neon), bak koagulasi, *stopwatch*, dan satu set alat ultrafiltrasi modul flat sistem *dead-end*, *scanning electron microscopy* (SEM) tipe HITACHI dan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : CA Aldrich (mw 30.000, 39,9 wt%), Asam Format Aldrich, aseton (Merck; $\rho = 0,79$ g/mL, pa), MSG (Sasa) dengan kemurnian 99%, aquades, dekstran (100-200 kDa) merk Sigma Aldrich, fenol 5% dan H₂SO₄ pekat Merck, kertas saring, selotip elektrik, aluminium foil dan aquades.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan Membran

Pembuatan membran selulosa asetat ini menggunakan metode inversi fasa. Selulosa asetat dengan berat dari 2 gram dilarutkan dalam aseton berturut-turut 2,9:

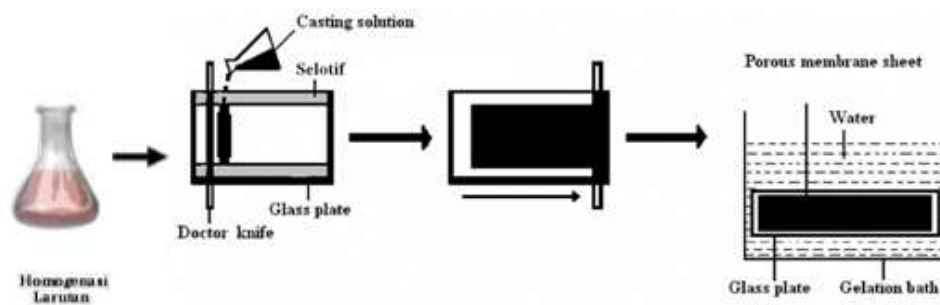
3,48: 4,06: 4,7 : 5,22 gram dan asam format berturut-turut 4,60: 4,14: 3,68: 3,3: 2,76 gram. Ditambahkan *Monosodium Glutamat* (MSG) 0.6 gram dan diaduk dengan pengaduk magnet sampai larutan homogen. Variasi komposisinya dapat dilihat pada tabel 3.1. Cara menimbang larutan aseton, beaker gelas dan penutup (aluminium foil) ditimbang, kemudian pada alat neraca analitis di Nol kan. Aseton diambil dengan pipet tetes dan dimasukkan ke dalam beaker gelas tersebut sedikit demi sedikit. Setelah ditimbang mencapai 4,7 g, beaker glass yang sudah berisi aseton ditutup rapat dengan aluminium foil untuk meminimalisir penguapan aseton ke udara bebas. Aseton tersebut dituangkan ke dalam zat terlarut yaitu selulosa asetat dengan perlahan. Setelah dituangkan, aseton dan selulosa asetat ditutup rapat dengan aluminium foil dan siap untuk di homogenkan. Begitu juga untuk asam format dan MSG. Setelah asam format dan MSG homogen, campuran tersebut dituangkan pada erlemeyer yang berupa campuran aseton dan Selulosa Asetat. Kedua larutan tersebut diaduk dengan pengaduk magnetik sampai larutan homogen.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian Membran Selulosa Asetat.

Selulosa Asetat (10^{-5})mol	Aseton (10^{-2})mol	Asam Format (10^{-2})mol	MSG (10^{-3})mol
6.7	5	10	3,5
6.7	6	9	3,5
6.7	7	8	3,5
6.7	8	7	3,5
6.7	9	6	3,5

Larutan polimer yang telah homogen kemudian didiamkan sampai tidak mengandung gelembung udara. Larutan polimer yang tidak mengandung gelembung udara dicetak di atas plat kaca yang bagian tepinya telah diberi selotip untuk

mengatur ketebalan membran kemudian dicelupkan dalam bak koagulasi yang berisi air. Percobaan diulang dengan level parameter yang berbeda dan setiap percobaan diulang sebanyak tiga kali. Membran yang dipilih mempunyai ketebalan yang seragam yaitu dengan mengukur menggunakan mikrometer pada beberapa titik kemudian hasilnya dirata-rata. Seluruh prosedur pembuatan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Pembuatan membran dengan teknik inversi fasa

Sumber: Javiya, 2008

3.3.2 Karakterisasi Membran Selulosa Asetat

Karakterisasi membran meliputi yaitu uji densitas, uji kimia (IR), uji morfologi membran (SEM) dan uji kinerja meliputi fluks, koefisien permeabilitas dan rejeksi.

a. Uji Kerapatan

Membran selulosa asetat masing-masing ditimbang dalam keadaan kering, kemudian hasilnya dibagi dengan volume kering. Penentuan volume kering dilakukan dengan perkalian luas alas x tebal film. Pengukuran kerapatan (ρ) dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.1.

$$\rho = \frac{W}{V} \quad (3.1)$$

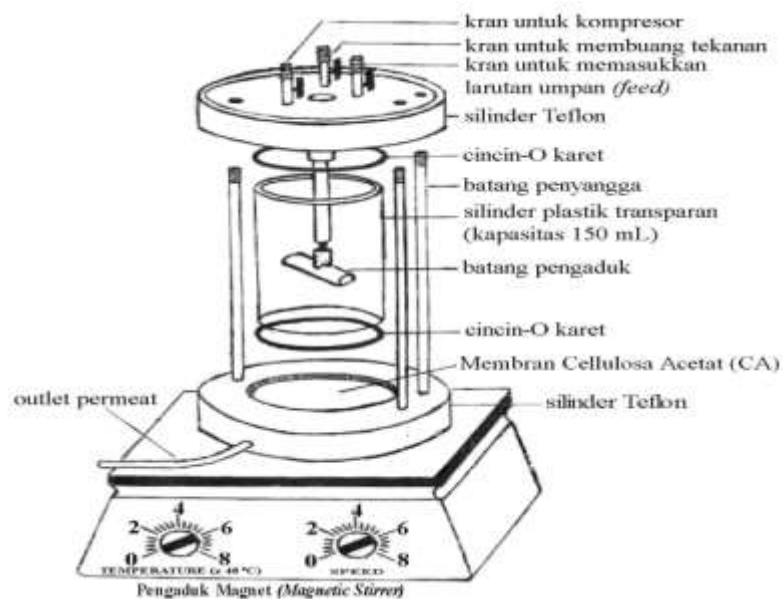
dimana :

W = berat film selulosa asetat (g)

V = volume film (cm^3)

b. Uji Fluks Air

Film yang diperoleh dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 5,5cm. Ukuran ini disesuaikan dengan desain alat ultrafiltrasi (gambar 3.2). Sebelum uji fluks air, terlebih dahulu dilakukan penentuan waktu kompaksi terhadap membran.



Gambar 3.2 Set alat ultrafiltrasi

Sumber: Irfan, 2008.

Waktu kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran pada tekanan 2 bar hingga diperoleh fluks air yang konstan. Fungsi pengujian fluks ini yaitu agar diperoleh membran yang memiliki pori yang stabil. Volume umpan yang digunakan sebanyak 50 ml. Waktu diukur tiap satu mL air yang keluar melewati membran. Penentuan fluks air diperoleh dengan mengukur banyaknya volume air

yang melewati tiap satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Setiap satu mL air yang ditampung dicatat waktu alir yang diperlukan. Fluks volume ditentukan dengan persamaan (2.1). Setelah diperoleh fluks yang konstan kemudian dilakukan uji fluks terhadap membran dengan prosedur yang sama dalam penentuan waktu kompaksi, filtrasi dilakukan selama 1 jam kemudian diukur volume permeat yang tertampung dan dihitung fluks airnya dengan persamaan (2.1).

c. Uji Koefisien permeabilitas

Air sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi. Pengadukan menggunakan pengaduk magnetik dan kecepatannya dijaga konstan. Setiap membran selulosa asetat dari berbagai variasi waktu penguapan diberi variasi tekanan yaitu 1; 1.5; 2; 2.5; dan 3 bar selama 1 jam. Sama seperti uji fluks, pada koefisien permeabilitas sebelum mengukur fluks masing-masing tekanan membran yang akan di karakterisasi diberi perlakuan penentuan waktu kompaksi. Dari perlakuan tersebut maka akan diperoleh nilai fluks (Pers. 2.1) untuk setiap tekanan pada masing-masing membran. Dari hasil pengukuran, kemudian dibuat grafik nilai perubahan tekanan (sebagai sumbu X) dan nilai fluks (sebagai sumbu Y). Nilai L_p (koefisien permeabilitas) ditentukan dari nilai slope yang didapatkan pada setiap grafik. Gambar 2.8 merupakan grafik penentuan nilai koefisien permeabilitas (L_p)

d. Penentuan koefisien rejeksi

Penentuan koefisien rejeksi ini dilakukan untuk menentukan karakteristik membran, penentuan koefisien rejeksi dilakukan dengan menggunakan larutan dekstran BM 100-200 kDa. Dekstran dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm yang kemudian dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi untuk diukur fluks masing-masing larutan pada tekanan dan perlakuan yang sama dengan uji fluks air. Uji ini dilakukan untuk setiap membran selulosa asetat selama 1 jam.

Konsentrasi dekstran pada bagian retentat dan permeat dapat diketahui dengan menggunakan metode spektrofotometri, di mana 1 mL larutan dekstran bagian permeat maupun retentat ditambah fenol 5 % dan H₂SO₄ pekat dengan perbandingan volume larutan dekstran: fenol 5 %: H₂SO₄ pekat adalah 1:1:5 dan setelah itu diencerkan hingga 25 mL. Absorbansi permeat dan retentat diukur pada serapan panjang gelombang maksimum hasil scanning (400 nm-550 nm) dengan *spectrophotometer* (Piluharto,2001). Koefisien rejeksi dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

Larutan standart dekstran terlebih dahulu dibuat untuk membuat kurva kalibrasi sebelum mengukur permeat dan retentat. Larutan standart yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan standart dekstran dengan konsentrasi 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 ppm. Larutan ini diperoleh dari pengenceran larutan dekstran 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, dan 1000 ppm. Pembuatan blanko, 1 mL aquades ditambahkan dengan fenol 5% dan H₂SO₄ pekat dengan perbandingan volume larutan 1:1:5 yang selanjutnya diencerkan dengan aquades dalam labuukur 25 mL sampai tanda batas.

Larutan standart dekstran yang diperoleh kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang optimum dari hasil *spectrophotometer* UV756CRT. Hasil pengukuran, kemudian dibuat kurva larutan standart antara konsentrasi dekstran (sumbu X) dengan absorbansi (sumbu Y), kurva tersebut akan diperoleh persamaan garis yang digunakan untuk menentukan konsentrasi permeat dan retentat.

e .Uji FTIR

Data yang diperoleh melalui uji FT-IR terdiri dari data kualitatif. Data kualitatif berupa informasi keberadaan gugus fungsional atau jenis ikatan tertentu pada bilangan gelombang tertentu yang diidentifikasi berdasarkan spektra infra merah yang dihasilkan. Analisis gugus fungsi dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam membran selulosa asetat dengan beberapa variasi komposisi pelarut.

Analisis gugus fungsi ini dilakukan dengan spektrofotometer FTIR. Penelitian ini, Uji FT-IR dilakukan untuk mengetahui keberadaan gugus fungsional pada membran selulosa asetat dengan adanya variasi komposisi pelarut. Uji FT-IR dilakukan terhadap setiap sampel membran selulosa asetat dengan variasi komposisi pelarut yang berbeda. Spektrum yang dihasilkan kemudian dianalisis secara kualitatif untuk menginterpretasikan gugus fungsi yang terkandung dalam membran selulosa asetat. Analisis ini dilakukan dengan cara membandingkan spektrum yang terbaca dengan standar. Uji FTIR tidak dilakukan di laboratorium kimia fisik FMIPA melainkan mengirim sampel ke Laboratorium kimia fakultas Farmasi Universitas Jember.

f. Uji morfologi membran menggunakan SEM (*Mikroskop Elektron Scanning*)

Analisis atau uji SEM digunakan untuk mempelajari morfologi membran selulosa asetat akibat pengaruh variasi komposisi pelarut. Perubahan yang diamati diantaranya perubahan morfologi membran meliputi penampakan membran secara umum yaitu penampang lintang, penampang bagian atas dan penampang bawah dari membran difoto dengan perbesaran tertentu. Uji SEM dilakukan di Laboratorium Sentral Ilmu hayati (LSIH) *Biosains* Universitas Brawijaya Malang.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembentukan membran selulosa asetat diawali dengan selulosa asetat yang berbentuk bubuk putih mengkilap dilarutkan dalam campuran pelarut aseton dan ditambahkan MSG yang sebelumnya dilarutkan ke dalam pelarut asam format, diaduk selama 3 jam sampai homogen. Membran yang telah homogen kemudian dicetak pada plat kaca dan tanpa waktu penguapan pelarut langsung dimasukkan ke dalam bak koagulasi (air) sampai membran memisah sendiri dari plat kaca. Proses ini dinamakan metode pengendapan imersi di mana larutan polimer dicetak dalam suatu tempat dan dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang mengandung nonpelarut. Membran terbentuk karena pertukaran pelarut dan nonpelarut. Satu-satunya persyaratan untuk membuat membran dengan metode ini adalah polimer yang digunakan harus larut pada pelarutnya atau campurannya. Syarat ini dimaksudkan agar dapat terjadi *liquid-liquid demixing*. *Demixing* ini merupakan proses awal pemadatan untuk membentuk membran dan akan terjadi pertukaran pelarut dengan nonpelarut pada membran tersebut. Pertukaran pelarut ini menyebabkan polimer tersebut membentuk matriks padatan dan menjadi membran. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya interaksi antara pelarut dan non pelarut, air sebagai non pelarut berdifusi dengan pelarut yang ada di dalam polimer (larutan *dope*).

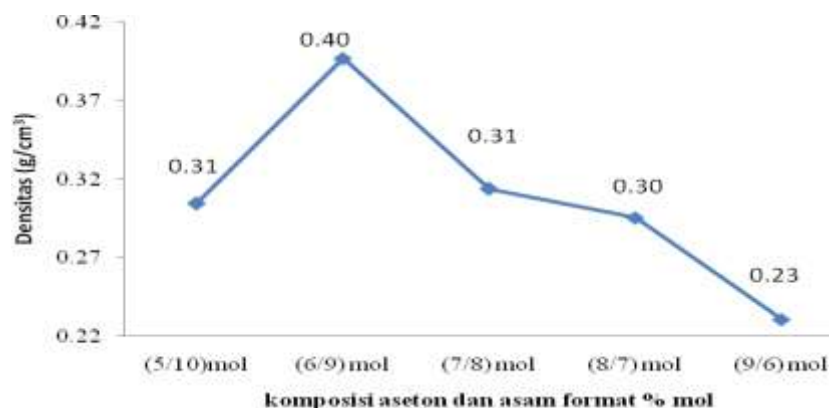
Proses presipitasi membran terjadi karena adanya difusi antara pelarut dan non pelarut sehingga larutan polimer yang semula cair menjadi padat. Air digunakan sebagai bak koagulasi karena air bersifat tidak melarutkan selulosa asetat tetapi dapat melarutkan aseton, MSG dan asam format. Parameter yang mempengaruhi morfologi membran adalah konsentrasi polimer, pengaruh komposisi bak koagulasi, waktu penguapan, variasi komposisi pelarut dan penambahan zat aditif. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan komposisi pelarut yaitu aseton

dan asam format karena komposisi variasi pelarut dapat mempengaruhi sifat fisik dan kinerja membran. Perbandingan mol kedua pelarut yang digunakan yaitu aseton/asam format : 5/10 ; 6/9 ; 7/8; 8/7 dan 9/6 mol dan dengan penambahan aditif MSG (Monosodium glutamate) 6 %.

Formulasi membran selulosa asetat berupa larutan *dope* yang terdiri dari selulosa asetat, aseton, asam format dan *Monosodium glutamate* (zat aditif). Dengan komposisi selulosa asetat 2 % dan *MSG (Monosodium glutamate)* 6%. Proses pelarutan polimer, pelarut dan aditif sampai homogen membutuhkan waktu 3 jam, setelah homogen didiamkan sampai gelembungnya hilang kemudian dicetak.

4.1 Pengaruh Variasi Komposisi Aseton Dan Asam Format Terhadap Densitas Membran Selulosa Asetat

Aseton dan asam format yang ditambahkan saat proses preparasi membran selulosa asetat memberikan pengaruh pada densitas membran selulosa asetat yang dihasilkan. Pengaruh variasi pelarut aseton dan asam format terhadap densitas membran selulosa asetat dapat dilihat pada Gambar 4.1 Data yang lebih lengkap untuk menentukan nilai densitas membran dapat dilihat pada lampiran A.



Gambar 4.1 Pengaruh variasi komposisi pelarut aseton dan asam format terhadap densitas membran selulosa asetat.

Hasil nilai densitas cenderung naik ketika komposisinya 5/10 dan 6/9 dan menurun ketika komposisinya 7/8, 8/7 dan 6/9. Hal ini dapat terjadi diindikasikan akibat proses distribusi atau kompetisi pelarut aseton dan asam format ketika membuat larutan *dope* yang mempengaruhi hasil pori yang dihasilkan. Aseton berinteraksi dengan selulosa asetat lebih dahulu, kemudian ditambahkan campuran pelarut asam format dengan MSG, pelarut asam format untuk berinteraksi dengan selulosa asetat harus berkompetisi terlebih dahulu dengan aseton dan hal ini lah yang diindikasikan mempengaruhi densitas membran yang dihasilkan. Nilai densitas tertinggi dari membran diperoleh ketika komposisi aseton/asam 6/9 mol sebesar $0,40 \text{ g/cm}^3$ dan hasil densitas terendah diperoleh ketika komposisinya 9/6 mol sebesar $0,23 \text{ g/cm}^3$.

Hasil nilai densitas tiap variasi pelarut menghasilkan nilai yang berbeda-beda, hal ini dimungkinkan terjadi karena ketika membran dimasukkan ke dalam bak koagulasi terjadi proses solidifikasi, membran masih berbentuk cair bergerak mengisi pori atau berkas kosong yang diakibatkan adanya difusi antara pelarut dan aditif ke dalam air. Mekanisme pembentukan pori membran terjadi karena ada interaksi antara aditif, pelarut, polimer dan air pada bak koagulasi. Interaksi yang terjadi pada Selulosa asetat dengan asam format adalah interaksi hidrogen, Sedangkan untuk interaksi antara Selulosa asetat dengan aseton hanya interaksi dipol dipol. Interaksi hidrogen lebih kuat dari pada interaksi dipol dipol. Karena interaksi hidrogen lebih kuat dari pada interaksi dipol dipol. Hal ini memungkinkan yang terdifusi lebih dahulu dengan air adalah aseton, selanjutnya asam format. Dengan demikian kedua variasi kedua pelarut sangat berpengaruh terhadap pembentukan pori yang dihasilkan.

Pembentukan *top layer* membran kemungkinan ditentukan karena sebagian aseton yang ada di permukaan atas membran berdifusi cepat dengan air terlebih dahulu sehingga porinya kecil ketika komposisi aseton meningkat dan asam formatnya menurun, misalnya saja pada komposisi 9/6 mol pori yang dihasilkan rapat dan jumlahnya banyak sedangkan pada komposisi 6/9 mol ketika komposisi asam

formatnya lebih banyak dibanding aseton *top layer* membran yang dihasilkan lebih besar akan dan kerapatan antar porinya besar hal ini lah yang membuat nilai densitas yang dihasilkan tinggi dibandingkan komposisi 9/6 mol.

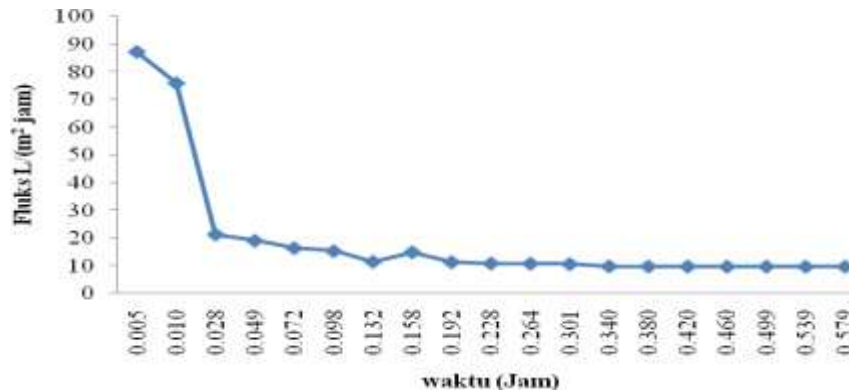
Kemungkinan kedua ditinjau dari hasil morfologi SEM yang dihasilkan ketika komposisi aseton meningkat pori permukaan atas yang dihasilkan rapat dan ketika komposisi asam format meningkat pori yang terbentuk lebih lebar hal ini dapat dijelaskan dari tingkat kepolarannya ketika masuk ke dalam bak koagulasi (air), yang terlebih dahulu berdifusi ke dalam bak koagulasi yaitu aseton, asam format, dan MSG, akan tetapi karena ketika konsentrasi asam format lebih besar dari pada aseton kemungkinan air yang berdifusi dengan aseton terganggu dengan adanya asam format, sehingga pori yang dihasilkan besar, demikian sebaliknya ketika asam format yang digunakan komposisinya sedikit aseton lebih mudah berdifusi sehingga pori yang terbentuk kecil.

4.2 Karakteristik Membran Selulosa Asetat

Karakterisasi membran meliputi fluks, koefisien permeabilitas (L_p) dan kemampuan rejeksi membran (% Rejeksi).

4.2.1 Fluks

Nilai fluks yang umum dipakai adalah fluks volume yang dinyatakan sebagai volume larutan umpan yang dapat melewati membran per satuan luas membran (L/m^2 jam). Sebelum melakukan fluks membran, membran diberi perlakuan dengan menentukan waktu kompaksi. Kompaksi merupakan suatu proses deformasi mekanik pada matriks polimer penyusun membran, tujuan dari penentuan waktu kompaksi adalah untuk menata ulang pori-pori membran yang baru terbentuk, akibat dari tekanan dan perlakuan lainnya yang mempengaruhi pori-pori membran. Kompaksi dilakukan sampai memperoleh fluks yang konstan, di mana membran tidak mengalami deformasi mekanik lagi dan waktu kompaksi pada tekanan operasional yang diberikan yaitu 2 bar.

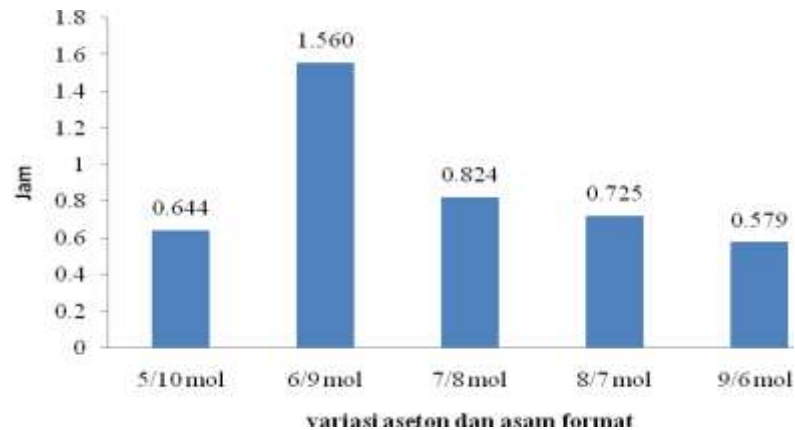


Gambar 4.2 Waktu kompaksi membran selulosa asetat terhadap fluks air pada komposisi aseton dan asam format 9/6 mol

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin lama nilai fluksnya menurun hingga sampai waktu nilai fluksnya konstan. Proses deformasi pada penentuan waktu kompaksi ini terjadi pepadatan pori kompaksi membran yang menyebabkan ukuran pori membran sedikit rapat sehingga kemampuan air untuk melewati membran juga akan semakin sulit, akibatnya fluks membran menjadi turun. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, waktu kompaksi dari berbagai variasi komposisi pelarut memiliki nilai yang berbeda-beda.

Variasi komposisi pelarut aseton dan asam format berpengaruh terhadap waktu kompaksi membran selulosa asetat yang dihasilkan. Perbedaan komposisi aseton dan asam format menghasilkan waktu kompaksi yang berbeda-beda, data penentuan waktu kompaksi pada tekanan 2 bar dapat dilihat pada lampiran C. Gambar 4.2 menunjukkan salah satu variasi pelarut aseton dan asam format perbandingan 9/6 mol seiring bertambahnya waktu nilai fluks yang dihasilkan semakin menurun dan konstan. Data grafik variasi 5/10 ; 6/9 ; 7/8; 8/7 mol dapat dilihat pada lampiran H.

Waktu kompaksi dari membran dengan variasi aseton/asam format 5/10 dan 6/9 mol cenderung meningkat yaitu dari 0,644 jam sampai dengan 1,560 jam (Gambar 4.3).



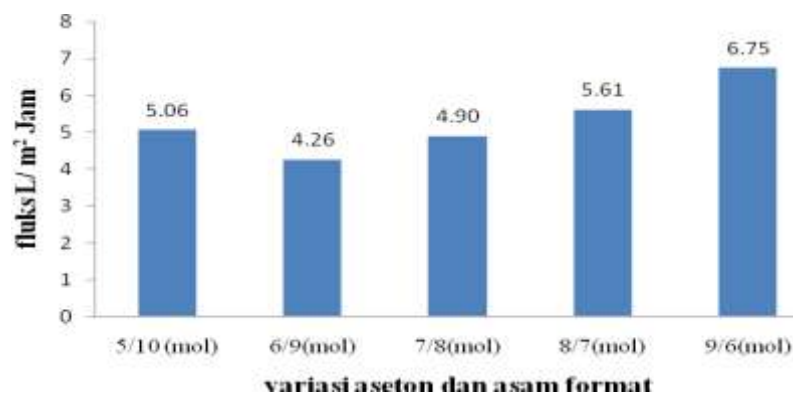
Gambar 4.3 Hubungan antara variasi komposisi pelarut dengan waktu kompaksi membran selulosa asetat.

Kecenderungan sebaliknya terjadi pada membran dengan variasi aseton/asam format 7/8, 8/7 dan 9/6 mol cenderung menurun. Hal ini bisa terjadi dikarenakan perbedaan perbedaan waktu kompaksi untuk mencapai waktu konstan. Komposisi 9/6 mol ketika waktu ke 0,264 jam sudah konstan (Gambar 4.2), sedangkan untuk komposisi 6/9 baru konstan ketika waktu ke 0,847 jam (lampiran H). Hal inilah yang membuat nilai kompaksi dari setiap variasi pelarut mengalami perbedaan.

Setelah dilakukan kompaksi terhadap membran kemudian ditentukan nilai fluks sesuai dengan variasi komposisi pelarut aseton dan asam format. Data yang lebih lengkap untuk menentukan fluks membran dapat dilihat pada lampiran B. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kurva fluks air pada tekanan 2 bar dengan cenderung naik ketika komposisi aseton naik dan komposisi asam format menurun, 5/10 ; 6/9 ; 7/8; 8/7 dan 9/6 mol.

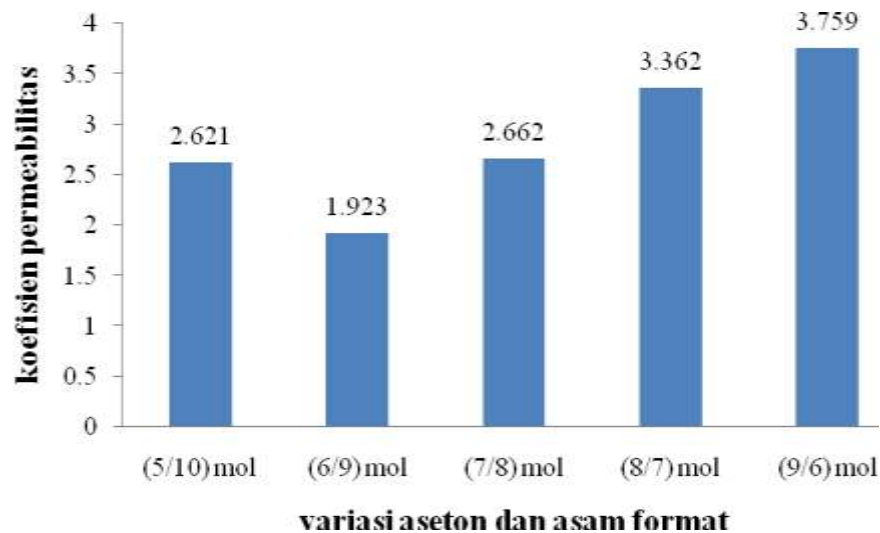
Komposisi aseton/asam format 6/9 memiliki nilai fluks yang paling rendah yaitu 4,26 L/m² jam dan Komposisi aseton/asam format 9/6 menghasilkan nilai fluks

tertinggi 6,7451 L/m² jam. Hal ini mungkin dikarenakan adanya proses distribusi sebaran pori membran yang tidak merata. Hal ini sesuai dengan hasil uji SEM, pada variasi 6/9 struktur pori permukaan atas tabel 4.2 ukuran pori bervariasi dan rapat ditambah lagi pada sisi melintang membentuk pori *finger like*, tetapi *finger like* pada komposisi ini kurang bagus sehingga banyak halangan-halangan ketika air melewati membran tersebut dan membuat nilai fluksnya rendah. Mekanisme pembentukan pori penjelasannya sama dengan pada uji densitas.



Gambar 4.4 Hubungan antara variasi komposisi pelarut dengan fluks membran selulosa asetat.

Variasi komposisi pelarut juga dikaji pengaruhnya terhadap koefisien permeabilitas membran. Koefisien permeabilitas dari membran dapat diperoleh melalui pengukuran nilai fluks air, dengan variasi komposisi pelarut, koefisien permeabilitas membran cenderung semakin besar dengan kenaikan komposisi aseton dan penurunan asam format (Gambar 4.5) hal ini sejalan dengan nilai fluks yang dihasilkan, tetapi pada komposisi aseton/asam format : 6/9 permeabilitasnya menurun, hal ini dimungkinkan karena proses distribusi atau kompetisi pelarut aseton dan asam format ketika membuat larutan *dope* yang mempengaruhi hasil pori yang dihasilkan sehingga menyebabkan permeabilitasnya tidak linier.



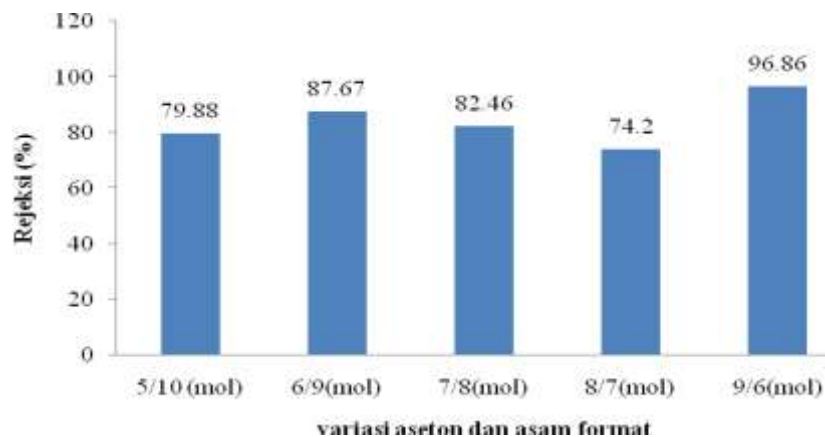
Gambar 4.5 Hubungan antara variasi komposisi pelarut dengan koefisien permeabilitas membran selulosa asetat

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa nilai koefisien permeabilitas membran yang paling besar yaitu pada membran dengan komposisi aseton/asam format 9/6 mol dan komposisi aseton/asam format 6/9 memiliki nilai permeabilitas terendah. Data lebih lengkap dalam penentuan koefisien permeabilitas dapat dilihat di lampiran D.

Hasil koefisien permeabilitas variasi 8/7 dan 9/6 mol hampir sama, hal ini dapat terjadi karena persebaran pori yang dihasilkan jika ditinjau dari hasil SEM yang dihasilkan, pada variasi 8/7 permukaan atas menghasilkan pori yang bervariasi dan pori yang terbentuk banyak pori yang lebar, sedangkan pada 9/6 mol pori yang dihasilkan pada permukaan atas rapat dan banyak hal ini lah yang membuat hasil permeabilitas yang dihasilkan pada kedua komposisi ini hampir sama nilai koefisien permeabilitasnya. Selain itu sama seperti hasil densitas, diindikasikan hal tersebut dapat terjadi akibat proses distribusi atau kompetisi pelarut aseton dan asam format ketika membuat larutan *dope* yang mempengaruhi hasil pori yang dihasilkan.

4.2.2 Rejeksi membran

Rejeksi merupakan salah satu ukuran selektivitas membran. Jenis larutan yang dipakai untuk rejeksi yaitu larutan dekstran dengan berat molekul 100-200 kDa. Pemilihan larutan uji ini karena penggunaan membran ultrafiltrasi sesuai dengan alat yang digunakan pada penelitian ini. Pemilihan larutan ini juga mengacu pada penelitian yang dilakukan (Aprilia,2012) dan larutan dekstran juga dipilih karena sifatnya yang tidak bereaksi dengan polimer utama membran ini yaitu selulosa asetat. Tahap pertama untuk menentukan koefisien rejeksi ditentukan dahulu panjang gelombang maksimal yang diserap oleh dekstran. Dari hasil scanning panjang gelombang optimum 490 nm pada lampiran E.



Gambar 4.6 Hubungan antara waktu penguapan dengan koefisien rejeksi membran selulosa asetat terhadap dekstran.

Data hasil penelitian pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa variasi komposisi pelarut (aseton dan asam format) mempengaruhi nilai koefisien rejeksi suatu membran. Gambar 4.6 grafik pengaruh variasi komposisi pelarut terhadap nilai rejeksi membran memberikan hasil rejeksi membran terhadap dekstran cenderung naik turun dengan semakin meningkatnya komposisi aseton dan menurunnya asam format. Rejeksi membran terhadap dekstran 100-200 kDa cenderung mengalami kenaikan pada komposisi aseton/asam format : 5/10 ; 6/9 ; kemudian penurunan pada komposisi 7/8; 8/7 mol, tetapi mengalami peningkatan kembali pada komposisi 9/6

mol. Data lebih lengkap dalam penentuan koefisien rejeksi dapat dilihat di lampiran G. Hasil uji SEM menunjukkan pori yang rapat, seragam pada permukaan atas dan mempunyai struktur *finger like* yang bagus. Indikasinya adalah aseton membuat pori lebih rapi, rapat dan merata, adalah semakin meningkatnya komposisi aseton.

Hasil uji SEM ketika komposisi aseton dan asam formatnya 9/6 menunjukkan pori yang terbentuk penampang atas ukuran keseragaman porinya rapat hal ini juga yang membuat nilai rejeksi yang dihasilkan melebihi 90 % yakni sebesar 96,86 %. Komposisi 6/9 mol menghasilkan rejeksi 87 %, pelarut aseton yang digunakan lebih sedikit dan asam format lebih banyak, hasil uji SEM menunjukkan permukaan atas terbentuk ukuran pori yang dapat di katakan cukup lebar, dibandingkan dengan komposisi 9/6 pori. Membran yang memiliki nilai koefisien rejeksi diatas 90% kemungkinan memiliki nilai MWCO kurang 100-200 kDa. Untuk membran dengan nilai koefisien rejeksi kurang dari 90% kemungkinan memiliki nilai MWCO lebih dari 100-200 kDa. Data lebih lengkap dalam perhitungan koefisien rejeksi dapat dilihat di lampiran G.

4.3 Analisa Membran Selulosa Asetat dengan FTIR

FTIR dapat memperlihatkan informasi dalam memprediksi dan mengidentifikasi gugus fungsi yang ada dalam suatu senyawa. FTIR merupakan cara yang paling mudah dan cepat untuk melihat senyawa senyawa kimia pada permukaan membran.

Analisa menggunakan FTIR (*Fourier Transform infrared spectra*), ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya MSG (*monosodium Glutamate*) dan kedua pelarut (aseton dan asam format) di dalam membran selulosa asetat. Apabila asam format atau aseton masih berada di dalam membran selulosa asetat maka akan terdapat puncak baru pada hasil Uji IR, yaitu munculnya ikatan-ikatan baru antara membran dengan pelarut dan aditif atau dengan salah satunya akan menghasilkan perubahan puncak-puncak serapan pada spektrum yang dihasilkan.

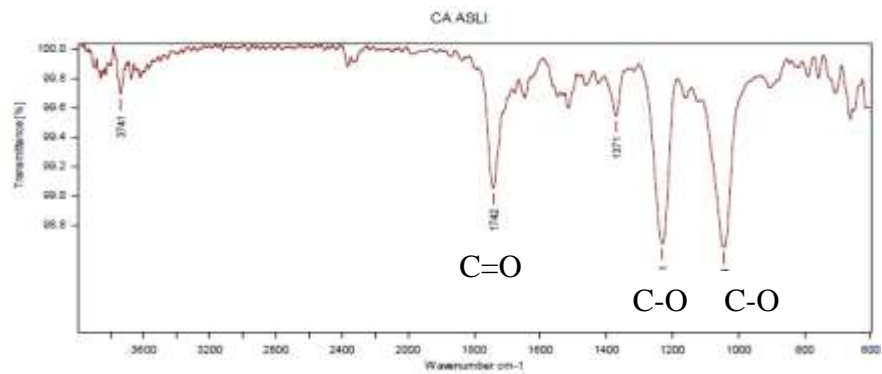
Gambar 4.7 menunjukkan hasil spektra FTIR polimer selulosa asetat murni dan membran selulosa asetat dengan penambahan MSG (*Monosodium Glutamate*) 6 % dengan komposisi aseton dan asam format 6/9; 7/8 mol.

Gambar 4.7(a) menunjukkan sifat kimia dari selulosa asetat standart. Apabila spektrum hasil penelitian gambar 4.7 (b) dan (c) dibandingkan dengan spektra selulosa asetat standart gambar 4.7 (a), tidak memiliki perbedaan yang jauh, tidak ada perbedaan puncak-puncak serapan pada spektrum IR hal ini mengindikasikan bahwa membran selulosa asetat yang dihasilkan hampir mendekati murni artinya tidak ada pelarut maupun aditif yang terjebak.

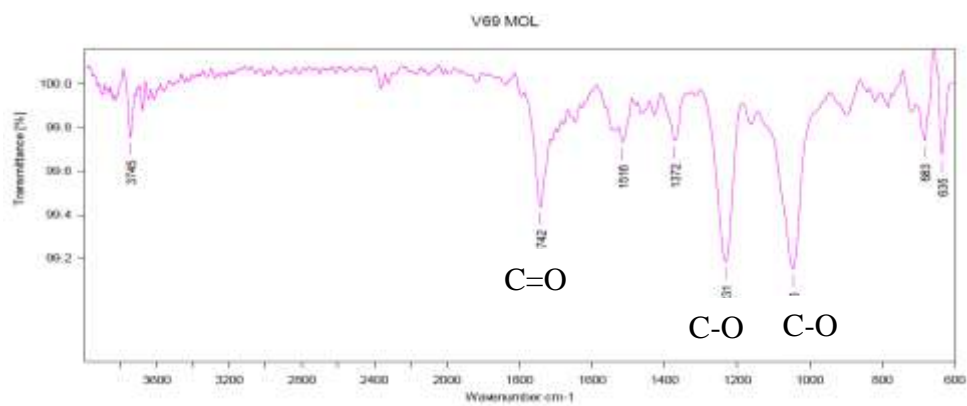
Pelarut dan zat aditif yang ditambahkan pada larutan *dope* larut semua ke dalam air. Apabila ada aseton yang terjebak, akan memberikan puncak serapan karbonil pada panjang gelombang sekitar 1710 cm^{-1} , sedangkan jika ada asam format akan ada serapan O-H_{asam} melebar dari $3300\text{-}2500\text{ cm}^{-1}$, dan serapan karbonil asam sekitar $1700\text{-}1725\text{ cm}^{-1}$. MSG juga akan memberikan puncak serapan O-H_{asam} dan karbonil yang daerah serapannya hampir sama dengan asam format. Di samping itu gugus amina dari MSG akan muncul pada serapan sekitar $3400\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ sebanyak 2 puncak.

Tabel 4.1 perbandingan gugus fungsi antara polimer CA standart dengan gugus fungsi CA yang diperoleh.

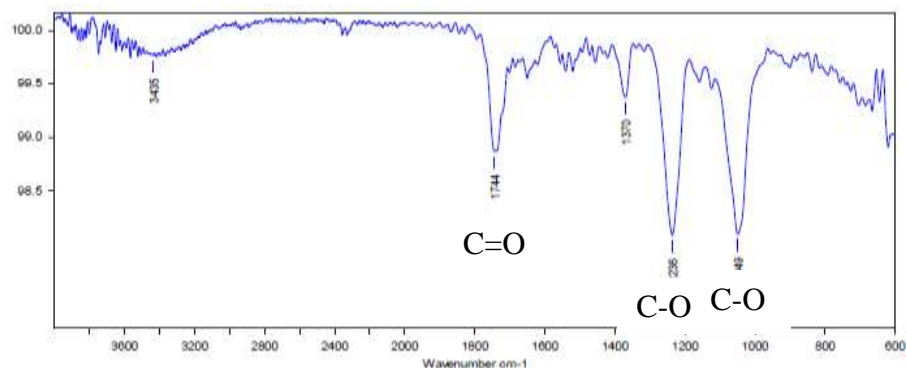
Gugus Fungsi	Puncak Serapan (cm^{-1})		
	Polimer selulosa asetat standart	Membran selulosa (7/8)mol	Membran selulosa 6/9 mol
O-H	3741	3745	3435
C=O (ester)	1742	1742	1744
C-O (ester)	1231	1231	1236
C-O (alkohol)	1044	1046	1049



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.7 Spektrum FT-IR (a) polimer selulosa asetat, (b) komposisi 6/9 mol, (c) komposisi 7/8 mol

4.4 Analisa Membran Selulosa Asetat dengan SEM

Hasil SEM tabel 4.2 menunjukkan perbedaan morfologi pada membran dengan perbandingan mol 6/9, 9/6, 8/7 dengan masing-masing perbesaran 2000x pada permukaan atas dan 1000x penampang melintang.

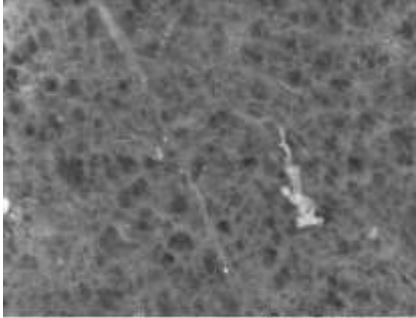
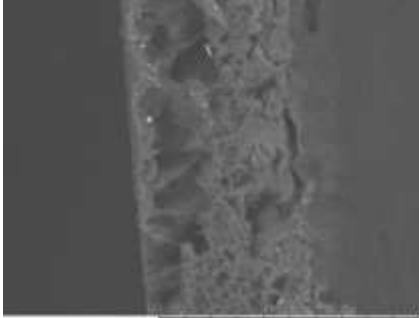
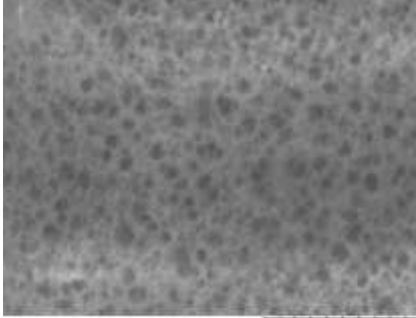
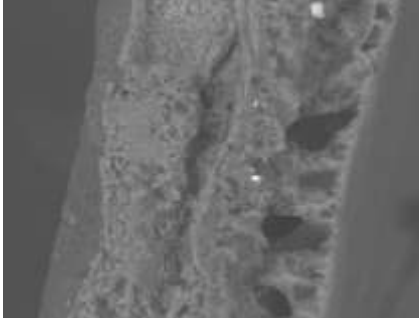
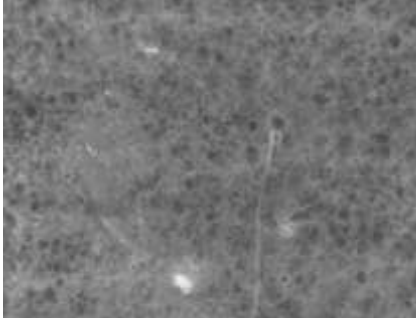
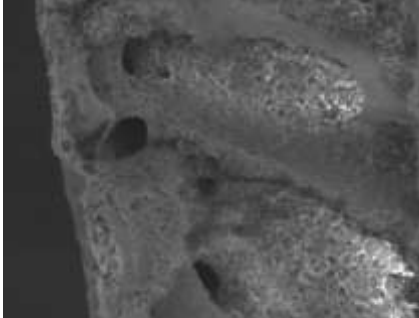
Tabel 4.2 merupakan permukaan atas dan penampang lintang dari membran CA dengan variasi pelarut aseton dan asam format berturut-turut 6/9 mol, 8/7 mol dan 9/6 mol. Permukaan pori yang paling rapat ditunjukkan ketika komposisinya 9/6 mol dan untuk komposisi 6/9 mol dan 8/7 mol pori yang terbentuk cukup lebar dibandingkan dengan komposisi 9/6 mol.

Penampang melintang pada ketiga komposisi sama-sama terbentuk struktur *finger like*. Parameter baik maupun bagus disini dilihat dari panjang pendeknya struktur *finger like*-nya dari permukaan atas sampai permukaan bawah sehingga ketika air atau suatu larutan melewati membran mudah dan tidak terhalang oleh penyempitan-penyempitan pori yang terjadi.

Komposisi 6/9 banyak pori *finger like*-nya yang tidak rata sampai permukaan bawah, ketika ditengah-tengah penampang melintang terjadi penyempitan struktur *finger like* sehingga membuat zat yang meleawati membran tersebut membutuhkan waktu yang agak lama. Hasil SEM terlihat jelas bahwa variasi 6/9 struktur *finger like*-nya kurang baik, sehingga nilai fluks pada variasi ini memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan dengan yang lain.

Struktur membran 8/7 mol pada penampang melintang terlihat struktur *finger like* kurang begitu bagus dan tidak merata banyak halangan-halangan yang membuat zat yang meleawati membran tersebut membutuhkan waktu yang agak lama, dari hasil SEM terlihat jelas bahwa variasi 8/7 struktur *finger like*-nya kurang begitu bagus jika dibandingkan dengan perbandingan 9/6 hal ini juga membuktikan bahwa nilai fluks pada variasi ini memiliki nilai fluks yang rendah dibandingkan dengan variasi 9/6.

Tabel 4.2 Permukaan atas perbesaran (2000x) dan penampang lintang perbesaran (1000x) dari membran CA variasi 6/9; 8/7; 9/6 mol.

komposisi	Permukaan atas (a)	Penampang melintang (b)
6/9 mol		
8/7 mol		
9/6 mol		

Struktur membran 9/6 penampang melintang terlihat bentuk membran menghasilkan pori asimetri dengan struktur jari (*finger like*) yang baik dan bagus jika dibandingkan dengan hasil gambar melintang variasi 6/9, struktur jari yang dihasilkan cukup bagus dan sedikit halangan-halangan yang ada sehingga ketika air dilewatkan

menghasilkan nilai fluks yang besar, hal ini sejalan dengan hasil fluks yang dihasilkan dimana nilai fluks tertinggi diperoleh ketika komposisinya 9/6 mol.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Harga maksimum densitas membran selulosa asetat diperoleh ketika komposisi aseton dan asam format 6/9 yaitu $0,398 \text{ gram/cm}^3$ dan harga densitas yang terendah pada 9/6 mol yaitu $0,231 \text{ gram/cm}^3$.
2. Harga maksimum fluks diperoleh ketika komposisi 9/6 mol dan harga terendah diperoleh ketika komposisinya 6/9 mol. Hal serupa juga terjadi pada nilai permeabilitas membran yang dihasilkan.
3. Membran yang memiliki nilai koefisien rejeksi diatas 90% yaitu variasi 9/6 mol, kemungkinan variasi ini memiliki nilai MWCO kurang 100-200 kDa. Untuk membran dengan nilai koefisien rejeksi kurang dari 90% yaitu 5/10; 6/9; 7/8; dan 8/7 kemungkinan variasi-variasi tersebut memiliki nilai MWCO lebih dari 100-200 kDa.
4. Karakteristik struktur membran selulosa asetat berdasarkan data spektrum IR menunjukkan adanya gugus, $\text{C=O}_{\text{ester}}$, $\text{C-O}_{\text{ester}}$ dan $\text{C-O}_{\text{alkohol}}$. Spektrum tersebut menandakan tidak ada aseton , asam format maupun MSG yang terjebak.
5. Variasi komposisi pelarut aseton dan asam format mempengaruhi hasil morfologi membran di mana dari ke lima variasi 5/10; 6/9; 7/8; 8/7 dan 9/6 mol menghasilkan pori penampang melintang dengan struktur *finger like*.

5.2 Saran

Banyak hal yang perlu dilengkapi dalam penyempurnaan penelitian ini. Studi lebih lanjut yang dapat berupa penambahan variabel maupun variasi variabel yang sudah ada misalnya : variasi waktu pembuatan larutan *dope* antara aseton dan polimer dibuat konstan dan asam format dan MSG di variasi, penggunaan variasi aseton asam format di atas 9/6 mol, penggunaan waktu penguapan serta, dimana variabel-variabel tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik maupun kinerja membran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. *Farmakope_indonesia Ed.IV*. DEPKES RI. Jakarta [7 desember 2013]
- Anonim. 2007. *Aseton*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Acetone-2D-skeletal.svg> [20 Juni 2012]
- Anonim. 2007. *Asam_format*. id.wikipedia.org/wiki/Asam_format [2 desember 2013]
- Anonim. 2007. *Monosodium_glutamat*. http://en.Wikipedia.org/wiki/File:Monosodium_glutamate.svg [20 Juni 2012]
- Anonim. 2012. *SEM_(MikroskopElektronScanning)*. <http://mandeleyevrapuan.blogspot.com> [10 agustus 2012]
- Aprilia, Yekti. 2012. “Pengaruh konsentrasi selulosa asetat Untuk proses membran Ultrafiltrasi”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Bhongsuwan, D., T. Bhongsuwan and J. NaSuwan. 2008. Preparation of Cellulose Acetate Membranes for Ultra- Nano- Filtrations. *Kasetsart J.Natural. Science*. 42(5): 311 – 317.
- Brandrup, J., John, W & son. 1975. *Handbook Polymer, Edisi ke-2*. New York
- Chordiya, M. A, Gangurde, H. H., Senthilkumaran, K., Kothari, L. P.. 2011. *Formulation development and in vitro evaluation of gastroretentive hollow microspheres of famotidine*. India: SSDJ College of Pharmacy.
- Fauzia, Ratna Tri. 2006. “Modifikasi dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Untuk Proses Filtrasi”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Fengel, D and G. Wegener. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi* Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo 1995. Yogyakarta: UGM Press.
- Fessenden, Ralp J. dan Joan S. Fessenden. 1989. Kimia organik. Jilid 2. Edisi ketiga. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka dari Organic Chemistry (1989). Jakarta: penerbit Erlangga. Halaman 353.
- Gruenwedel, D.W. & Whitaker, J.R. 1987. *Food Analysis: Principles and Techniques*. Vol.4 (Separation Techniques).New York: Marcel Dekker, Inc.

- Hendayana, Sumar, 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi kesatu. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Idris, A, Mieow dan Ahmed. 2008. The Effect of Monosodium Glutamate Additive On Performance Of Dialysis Membrane. *J. Sci. Technol.* Vol 3(2): 172 – 179.
- Indarti, D. 2004. IMF Membran Poliamida Terhadap Surfaktan-Surfaktan Nonionik pada Proses Ultrafiltrasi. Vol. 5, 272-279.
- Irfan. Y.A.P. 2008. “Membran Ultrafiltrasi Polisulfon, modifikasi dengan teknik inversi fasa sekalian kajiannya terhadap fouling protein”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Kesting, R. E. 1971. *Synthetic Polymeric Membranes*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Mark, H.F., Ketta, J. Mc.J & Othmer, D. F. 1968. *Encyclopaedia of Chemical Technology*. Second Edition. Vol 4. New York: Interscience Publisher a Division of John Wiley & Son, Inc. p 632 and 657.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membran Technology*. 2nd edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Nasir, M. dan Cynthia L. Rasiman. 2000. *Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat untuk Pemekatan Enzim α -Amilase*. Tidak Diterbitkan. Bandung: ITB.
- Pharmacosmos.A/S.2006.*DextranStrukture*.(http://www.dekstran.net/dekstran_stukture.html).
- Piluharto, B.2001. “Studi Awal Penggunaan Nata De Coco Sebagai Membran Ultrafiltrasi”. Tidak Dipublikasikan. Tesis. Bandung: Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung ITB.
- Rautenbach, R. & Alberecht, R. 1989. *Membran Prozesse (Translated by Valerie Cottrell)*. USA: John Willey and Sons, Inc.
- Riawan, S. 1990. *Kimia Organik Edisi I*. Binarupa Aksara. Jakarta
- Saunders, K. J. 1994. *Organic Polymer Chemistry*. Second Edition. London: Black Academic and Profesional. p. 303-304
- Silverstein, R.M., G.C. Bassler, dan T.C. Moril, 1986, *Penyidikan Spektroskopi Senyawa Organik*, Edisi 4, Alih Bahasa Hartomo, Erlangga Jakarta

Somantri, R.U. 2003. Pengaruh Penambahan Formamida dan Lama Penguapan Pelarut (Aseton) Terhadap Membran selulosa Asetat. Tidak Diterbitkan Skripsi. Bogor. *IPB*.

Wenten, I.G. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Penerbit ITB.

Lampiran A. Densitas Membran Selulosa Asetat

Aseton/Asam Format	ulangan	Berat 10^{-4} (g)	tebal (nm)	tebal 10^{-4} (cm)	Luas cm^2	volume (cm^3)	densitas (g/cm^3)
(5/10) mol	1	100	0,09	90	4,0	0,036	0,28
	2	120	0,09	90	4,0	0,036	0,33
	3	110	0,09	90	4,0	0,036	0,31
	rerata						0,31
(6/9) mol	1	150	0,09	90	4,0	0,036	0,42
	2	130	0,09	90	4,0	0,036	0,36
	3	150	0,09	90	4,0	0,036	0,42
	rerata						0,40
(7/8) mol	1	110	0,09	90	4,0	0,036	0,31
	2	120	0,09	90	4,0	0,036	0,33
	3	110	0,09	90	4,0	0,036	0,31
	rerata						0,31
(8/7) mol	1	120	0,09	90	4,0	0,036	0,33
	2	90	0,09	90	4,0	0,036	0,25
	3	110	0,09	90	4,0	0,036	0,31
	rerata						0,30
(9/6) mol	1	80	0,09	90	4,0	0,036	0,22
	2	80	0,09	90	4,0	0,036	0,22
	3	90	0,09	90	4,0	0,036	0,25
	rerata						0,23

Contoh perhitungan densitas untuk dengan komposisi aseton dan asam format 5/10 pada pengulangan 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas} &= \frac{\text{Berat film CA kering (gram)}}{\text{Volume film CA kering (cm}^3\text{)}} = \frac{0,010 \text{ gram}}{0,036 \text{ cm}^3} \\
 &= 0,28 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

B. Lampiran Fluks air membran selulosa asetat

aseton dan asam format	vol/L			t/jam	luas membran (m ²)	fluks(L/jam m ²)			Rata-rata
	1	2	3			1	2	3	
5/10 (mol)	12,9	12,8	13	1,00	0,00255	5,06	5,02	5,10	5,06
6/9(mol)	10,7	10,2	11,7	1,00	0,00255	4,20	4,00	4,59	4,26
7/8(mol)	11,1	13,4	13	1,00	0,00255	4,35	5,25	5,10	4,90
8/7(mol)	15,7	14,6	12,6	1,00	0,00255	6,16	5,73	4,94	5,61
9/6(mol)	16,9	15,9	18,8	1,00	0,00255	6,63	6,24	7,37	6,75

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Membran (A)} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 (0,0285 \text{ m})^2 \\
 &= 0,00255 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan nilai fluks membran untuk dengan komposisi aseton dan asam format 5/10 pada pengulangan 1:

$$J_v = \frac{V}{A \times t} = \frac{0,0129 \text{ L}}{0,00255 \text{ m}^2 \times 1 \text{ jam}} = 5,06 \text{ L} / \text{m}^2 \text{ jam}$$

Lampiran C. Pengaruh Variasi Komposisi Pelarut Aston Dan Asam Format Terhadap Waktu Kompaksi

Lampiran C1. Tekanan 1 bar

aseton/asam format	5/10 (mol)				6/9(mol)			7/8(mol)				8/7(mol)			9/6(mol)						
	volume 1 mL ke	menit	Detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)
1	5	58	0,09	4,2	7	57	0,13	3,1	2	33	0,039	10,1	2	17	0,038	10	1	3	0,017	22,8	
2	7	20	0,12	3,3	8	45	0,14	2,8	3	18	0,053	7,4	3	18	0,055	7,1	1	36	0,023	17,3	
3	7	44	0,12	3,2	9	5	0,15	2,6	3	40	0,057	6,9	4	49	0,063	6,2	1	4	0,034	11,5	
4	7	48	0,12	3,1	10	56	0,18	2,2	4	17	0,070	5,6	4	5	0,068	5,8	2	19	0,037	10,7	
5	7	58	0,13	3,1	11	6	0,18	2,1	4	23	0,071	5,6	5	51	0,081	4,9	2	50	0,042	9,4	
6	8	5	0,13	2,9	11	26	0,19	2,1	5	4	0,084	4,7	5	55	0,082	4,8	3	33	0,056	7,1	
7	7	43	0,12	3,2	11	30	0,19	2,1	5	4	0,084	4,7	5	55	0,082	4,8	3	52	0,059	6,7	
8	7	58	0,13	3,1	12	26	0,20	1,9	5	13	0,086	4,6	5	6	0,085	4,6	4	2	0,067	5,9	
9	8	9	0,13	2,9	12	28	0,20	1,9	7	29	0,12	3,2	5	10	0,086	4,6	4	5	0,068	5,8	
10	8	25	0,14	2,9	12	30	0,21	1,9	7	30	0,12	3,2	5	10	0,086	4,6	4	11	0,069	5,7	
11	8	16	0,14	2,9	12	27	0,20	1,9	7	27	0,12	3,2	5	10	0,086	4,6	4	13	0,069	5,7	
12	8	17	0,14	2,9	12	30	0,21	1,9						10	0,086	4,6	4	13	0,069	5,7	
13	8	34	0,14	2,8	12	28	0,20	1,9						10	0,086	4,6	4	17	0,070	5,6	
14	8	21	0,14	2,9	12	30	0,21	1,9									4	18	0,070	5,6	
15	8	19	0,14	2,9	12	29	0,20	1,9									4	20	0,070	5,6	
16	8	19	0,14	2,9	12	31	0,21	1,9									4	43	0,074	5,3	
17					12	30	0,21	1,9									4	50	0,075	5,2	
18					12	32	0,21	1,9									4	47	0,075	5,3	
19					12	31	0,21	1,9													
20					12	30	0,21	1,9													

Lampiran C2. Tekanan 1,5 bar

aseton/asam format	5/10 (mol)				6/9(mol)				7/8(mol)				8/7(mol)				9/6(mol)				
	volume 1 mL ke	menit	Detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)
1	3	29	0,055	7,2	3	14	0,052	7,5	2	18	0,036	10,8	2	16	0,038	10	0,32	32	0,0053	74	
2	4	7	0,068	5,8	4	47	0,075	5,3	2	54	0,042	9,3	3	18	0,055	7,1	0,32	32	0,0053	74	
3	4	27	0,071	5,5	5	9	0,085	4,6	3	48	0,058	6,8	4	47	0,063	6,2	0,38	38	0,0063	62	
4	5	3	0,084	4,7	6	9	0,10	3,9	4	3	0,067	5,8	4	4	0,068	5,8	0,41	41	0,0068	57	
5	4	46	0,074	5,3	6	9	0,10	3,9	4	37	0,073	5,4	5	50	0,081	4,9	0,45	45	0,0075	52	
6	4	34	0,072	5,4	6	27	0,10	3,8	4	49	0,075	5,2	5	54	0,082	4,8	0,47	47	0,0078	50	
7	4	51	0,075	5,2	6	20	0,10	3,8	5	19	0,087	4,5	5	54	0,082	4,8	0,48	48	0,0080	49	
8	4	52	0,075	5,2	6	28	0,10	3,7	5	15	0,086	4,6	5	7	0,085	4,6	0,46	46	0,0077	51	
9	4	55	0,076	5,2	7	29	0,12	3,2	5	14	0,086	4,6	5	8	0,086	4,6	0,55	55	0,0092	43	
10	5	0	0,083	4,7	7	27	0,12	3,2	6	13	0,10	3,8	5	8	0,086	4,6	2,25	25	0,038	10	
11	5	4	0,084	4,7	7	30	0,12	3,2	6	4	0,10	3,9	5	8	0,086	4,6	2,50	50	0,042	9,4	
12	5	2	0,084	4,7	7	29	0,12	3,2	6	5	0,10	3,9	5	8	0,086	4,6	2,53	53	0,042	9,3	
13	5	4	0,084	4,7	7	28	0,12	3,2	6	14	0,10	3,8					3,24	24	0,054	7,3	
14									6	12	0,10	3,8					3,25	25	0,054	7,2	
15																	3,24	24	0,054	7,3	
16																					
17																					

Lampiran C3. Tekanan 2 bar

aseton/asam format		5/10 (mol)			6/9(mol)			7/8(mol)			8/7(mol)			9/6(mol)						
Volume 1 mL ke	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)
1	2	33	0,039	10	3	18	0,053	7,4	2	0	0,033	12	0	19	0,0053	74	0	27	0,0045	87
2	3	0	0,050	7,8	4	26	0,071	5,5	1	39	0,023	17	0	26	0,0072	55	0	31	0,0052	76
3	3	12	0,052	7,5	4	58	0,076	5,1	2	24	0,037	11	1	2	0,017	23	1	10	0,018	21
4	3	16	0,053	7,4	5	17	0,086	4,6	2	54	0,042	9,3	1	16	0,021	19	1	23	0,021	19
5	3	23	0,054	7,3	5	46	0,091	4,3	3	15	0,053	7,5	1	19	0,022	18	1	43	0,024	16
6	3	31	0,055	7,1	5	49	0,092	4,3	3	31	0,055	7,1	2	6	0,035	11	1	53	0,026	15
7	3	40	0,057	6,9	5	51	0,092	4,3	3	50	0,058	6,7	2	12	0,037	11	2	3	0,034	12
8	3	39	0,057	6,9	5	55	0,093	4,2	3	51	0,059	6,7	2	28	0,041	9,6	1	57	0,026	15
9	3	41	0,057	6,9	5	58	0,093	4,2	3	52	0,059	6,7	2	29	0,042	9,4	2	6	0,034	11
10	3	38	0,056	7,0	6	4	0,10	3,9	3	54	0,059	6,6	3	2	0,051	7,8	2	15	0,036	11
11	3	45	0,058	6,8	6	5	0,10	3,9	4	7	0,068	5,8	3	0	0,05	7,8	2	16	0,036	11
12	3	45	0,058	6,8	6	6	0,10	3,9	4	12	0,069	5,7	3	11	0,053	7,4	2	20	0,037	11
13					6	11	0,10	3,9	4	17	0,070	5,6	3	24	0,057	6,9	2	37	0,040	9,9
14					6	14	0,10	3,8	4	20	0,070	5,6	3	20	0,056	7,1	2	38	0,040	9,9
15					6	12	0,10	3,8	4	15	0,069	5,7	3	21	0,056	7	2	39	0,040	9,8
16					6	14	0,10	3,8	5	19	0,087	4,5	3	24	0,057	6,9	2	40	0,040	9,8
17					6	14	0,10	3,8	5	15	0,086	4,6	3	26	0,057	6,8	2	39	0,040	9,8
18									5	14	0,086	4,6	4	34	0,06	6,6	2	40	0,040	9,8
19													4	7	0,069	5,7	2	40	0,040	9,8
20													4	9	0,069	5,7				
21													4	7	0,069	5,7				

Lampiran C4. Tekanan 2,5 bar

aseton/asam format	5/10 (mol)				6/9(mol)				7/8(mol)				8/7(mol)				9/6(mol)				
	volume 1 mL ke	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)
1	0	27	0,0045	99	2	29	0,038	10	0,24	24	0,0040	98	1	17	0,021	18	0,21	21	0,0035	112	
2	0	32	0,0053	83	3	16	0,053	7,4	0,49	49	0,0082	48	1	28	0,024	16	0,30	30	0,0050	78	
3	0	42	0,0070	63	3	42	0,057	6,9	1,14	14	0,019	21	1	33	0,026	15	0,43	43	0,0072	55	
4	0	58	0,010	46	3	44	0,057	6,8	1,41	41	0,024	17	1	51	0,031	13	0,50	50	0,0083	47	
5	1	11	0,019	24	4	23	0,071	5,6	2,11	11	0,035	11	1	47	0,03	13	0,55	55	0,0092	43	
6	1	34	0,022	20	4	25	0,071	5,5	2,34	34	0,039	10	1	48	0,03	13	1,05	5	0,018	22	
7	1	40	0,023	19	4	29	0,072	5,5	2,30	30	0,038	10	1	50	0,031	13	1,16	16	0,019	20	
8	1	49	0,025	18	4	30	0,072	5,5	3,02	2	0,050	7,8	1	52	0,031	13	1,32	32	0,022	18	
9	2	27	0,038	12	4	27	0,071	5,5	3,03	3	0,051	7,8	1	58	0,033	12	1,34	34	0,022	18	
10	2	48	0,041	11	4	41	0,074	5,3	3,03	3	0,051	7,8	1	58	0,033	12	1,59	59	0,027	15	
11	3	18	0,053	8,4	5	4	0,084	4,7	3,00	0	0,050	7,8	1	59	0,033	12	1,53	53	0,026	15	
12	3	8	0,051	8,7	4	46	0,074	5,3	3,01	1	0,050	7,8	2	4	0,034	11	1,52	52	0,025	15	
13	3	30	0,055	8,1	5	3	0,084	4,7	2,59	59	0,043	9,1	2	7	0,035	11	1,57	57	0,026	15	
14	3	40	0,057	7,8	5	4	0,084	4,7	3,00	3	0,050	7,8	2	8	0,036	11	2,15	15	0,036	11	
15	3	37	0,056	7,9	5	3	0,084	4,7	3,02	2	0,050	7,8	2	10	0,036	11	2,01	1	0,034	12	
16	3	36	0,056	7,9									2	14	0,037	11	2,04	4	0,034	12	
17	3	38	0,056	7,9													2,03	3	0,034	12	
18	3	38	0,056	7,9																	
19																					
20																					

Lampiran C5. Tekanan 3 bar

aseton/asam format	5/10 (mol)				6/9(mol)				7/8(mol)				8/7(mol)				9/6(mol)				
	volume 1 mL ke	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)	menit	detik	jam	fluks (L/m ² j)
	1	1	8	0,018	22	1	46	0,024	16	1,23	23	0,021	19	0	41	0,01	34	0	52	0,0087	45
	2	1	30	0,022	18	2	12	0,035	11	1,45	45	0,024	16	0	54	0,02	26	1	2	0,017	23
	3	1	45	0,024	16	2	23	0,037	11	2,21	21	0,037	11	1	8	0,02	21	1	13	0,019	21
	4	1	50	0,025	16	2	43	0,041	9,7	2,17	17	0,036	11	1	10	0,02	20	1	28	0,021	18
	5	1	52	0,025	15	3	9	0,052	7,6	2,18	18	0,036	11	1	20	0,02	18	1	30	0,022	18
	6	2	16	0,036	11	3	12	0,052	7,6	2,26	26	0,038	10	1	30	0,03	16	1	37	0,023	17
	7	2	11	0,035	11	3	23	0,052	7,5	2,37	37	0,040	9,9	1	32	0,03	15	1	45	0,024	16
	8	2	18	0,036	11	3	33	0,054	7,3	2,37	37	0,040	9,9	1	32	0,03	15	1	55	0,026	15
	9	2	31	0,039	10	3	33	0,056	7,1	2,37	37	0,040	9,9	1	34	0,03	15	1	54	0,026	15
	10	2	36	0,039	10	3	30	0,055	7,1	2,40	40	0,040	9,8	1	45	0,03	13	1	47	0,030	13
	11	2	41	0,040	9,8	3	34	0,056	7,0	2,37	37	0,040	9,9	1	46	0,03	13	1	48	0,030	13
	12	2	41	0,040	9,8	3	36	0,056	7,0	2,40	40	0,040	9,8	1	49	0,03	13	1	50	0,031	13
	13					3	34	0,056	7,0	2,43	43	0,041	9,7	1	51	0,03	13	1	52	0,031	13
	14					3	32	0,055	7,1	2,43	43	0,041	9,7	1	54	0,03	12				
	15									2,42	42	0,040	9,7	1	55	0,03	12				
	16													1	55	0,03	12				
	17													1	55	0,03	12				

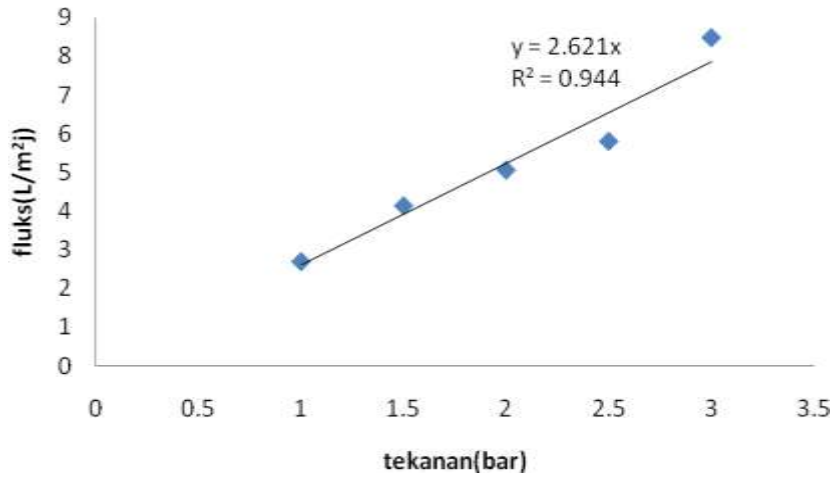
D.Lampiran koefisien permeabilitas

D1. Fluks terhadap perubahan tekanan

Aseton/Asam Format	Tekanan (bar)	volume permeat (Liter)				Fluks (L/m ² jam)
		u1	u2	u3	rata-rata	
(5/10)mol	1	6,50	7,20	6,80	6,83	2,68
	1,5	10,8	11,0	9,80	10,5	4,13
	2	12,9	12,8	13,0	12,9	5,06
	2,5	13,1	15,2	16,1	14,8	5,80
	3	21,3	21,6	22,1	21,7	8,50
(6/9) mol	1	3,00	3,20	3,50	3,23	1,27
	1,5	7,50	8,10	7,80	7,80	3,06
	2	10,7	10,2	11,7	10,9	4,26
	2,5	11,5	12,2	13,4	12,4	4,85
	3	14,8	13,9	14,1	14,3	5,59
(7/8) mol	1	9,20	9,30	8,20	8,90	3,49
	1,5	9,50	9,70	10,9	10,0	3,93
	2	11,1	13,4	13,0	12,5	4,90
	2,5	16,9	15,8	16,3	16,3	6,41
	3	22,6	19,5	20,9	21,0	8,24
(8/7) mol	1	9,00	8,80	9,40	9,07	3,56
	1,5	9,80	11,0	13,0	11,3	4,42
	2	12,6	15,7	14,6	14,3	5,61
	2,5	23,2	20,0	24,2	22,5	8,81
	3	26,0	29,0	27,2	27,4	10,7
(9/6) mol	1	10,5	11,1	10,2	10,6	4,16
	1,5	13,6	14,1	13,9	13,9	5,44
	2	16,9	15,9	18,8	17,2	6,75
	2,5	27,0	24,5	22,3	24,6	9,65
	3	28,9	29,8	29,7	29,5	11,6

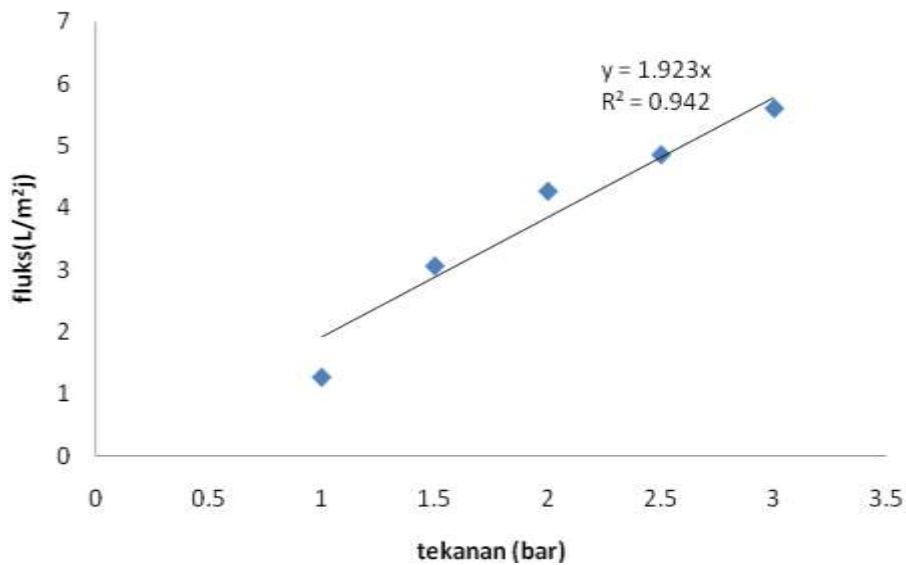
Lampiran D2. Grafik penentuan nilai koefisien permeabilitas membran (L_p) :

1. Variasi aseton dan asam format 5/10 mol



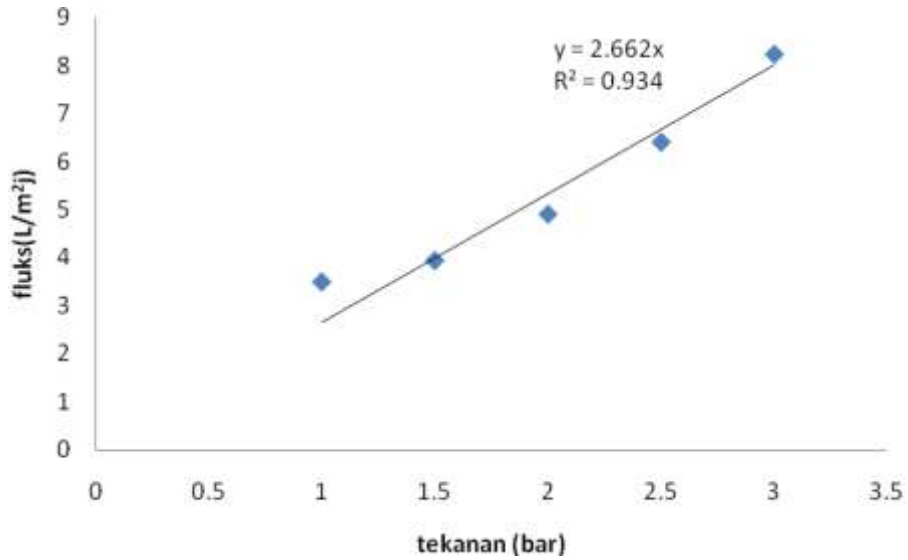
Slope = L_p = 2,621

2. Variasi aseton dan asam format 6/9 mol

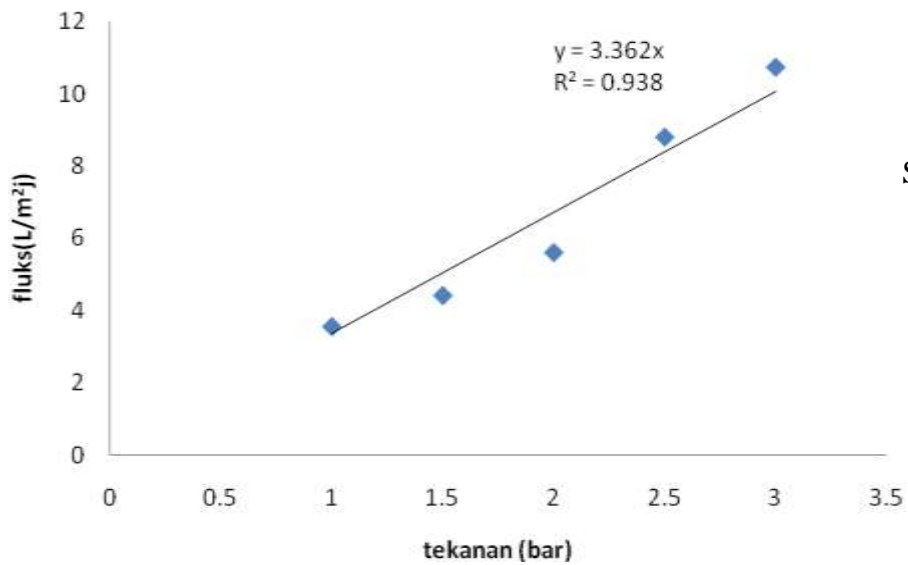


Slope = L_p = 1,923

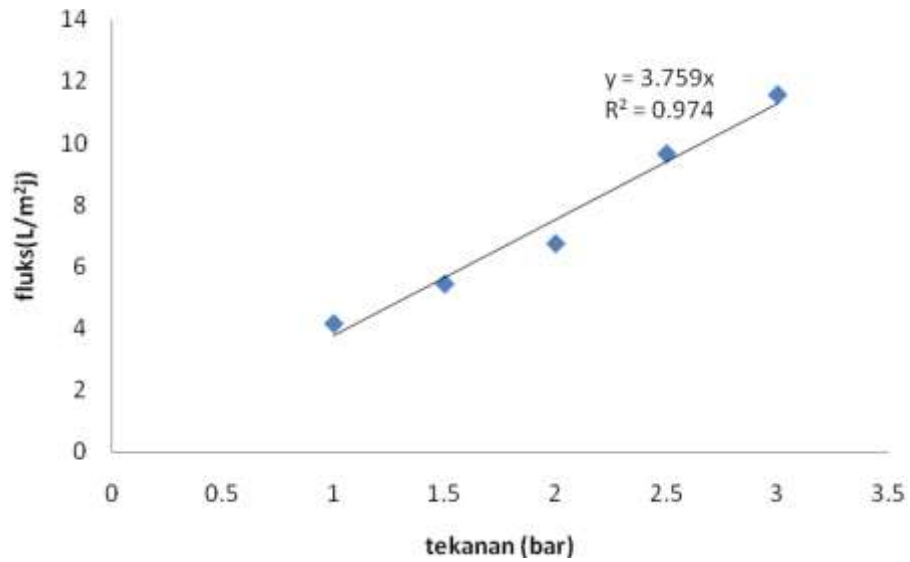
3. Variasi aseton dan asam format 7/8 mol

Slope = $L_p = 2,662$

4. Variasi aseton dan asam format 8/7 mol

Slope = $L_p = 3,362$

5. Variasi aseton dan asam format 9/6 mol



Slope = $L_p = 3.759$

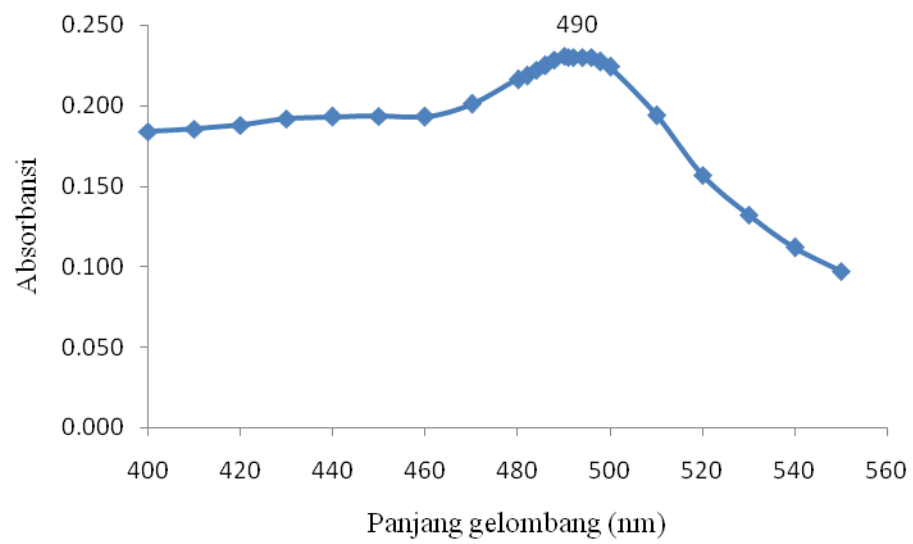
Lampiran E. Scanning Larutan Dekstran 100-200 kDa

a. Dekstran 100-200 kDa

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi			
	U1	U2	U3	Rata-rata
400	0,179	0,184	0,174	0,179
410	0,185	0,188	0,182	0,185
420	0,190	0,188	0,188	0,189
430	0,191	0,194	0,192	0,192
440	0,193	0,187	0,196	0,192
450	0,193	0,192	0,190	0,192
460	0,192	0,193	0,194	0,193
470	0,200	0,201	0,198	0,200
480	0,199	0,216	0,218	0,211
482	0,221	0,199	0,219	0,213
484	0,223	0,221	0,224	0,223
486	0,227	0,223	0,225	0,225
488	0,229	0,224	0,229	0,227
490*	0,229	0,234	0,231	0,231
491	0,230	0,228	0,227	0,228
492	0,229	0,223	0,228	0,227
494	0,260	0,220	0,220	0,233
496	0,210	0,240	0,200	0,217
498	0,200	0,240	0,210	0,217
500	0,199	0,220	0,199	0,206
510	0,194	0,182	0,200	0,192
520	0,149	0,182	0,144	0,158
530	0,131	0,138	0,141	0,137
540	0,129	0,112	0,121	0,121
550	0,088	0,096	0,098	0,094

Ket : *) panjang gelombang (λ) pada serapan maksimum

b. Grafik Panjang gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa

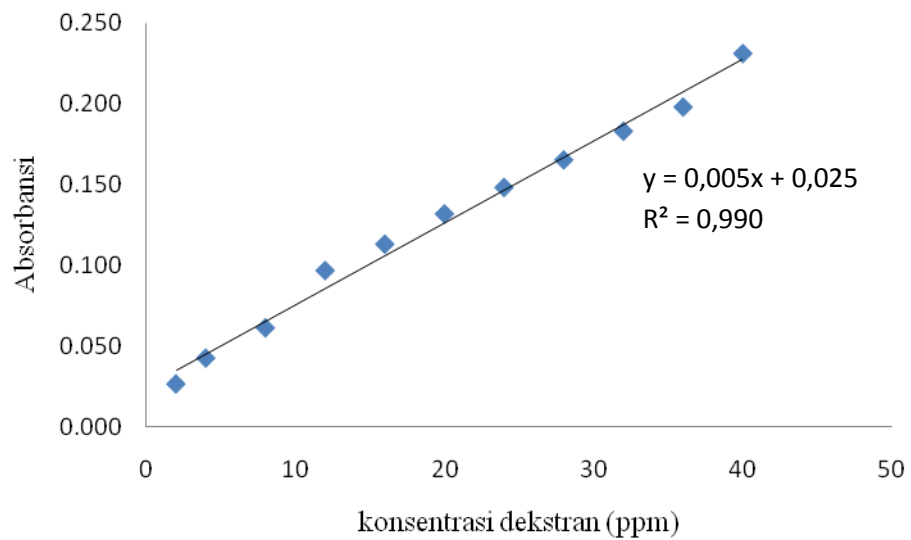


Lampiran F. Tabel Absorbansi Dekstran 100-200 kDa

a. Table Absorbansi Dekstran 100-200 kDa

[dekstran] (ppm)	Absorbansi			
	U1	U2	U3	Rata-rata
2	0,027	0,028	0,026	0,027
4	0,044	0,045	0,040	0,043
8	0,065	0,055	0,065	0,062
12	0,087	0,107	0,097	0,097
16	0,110	0,090	0,140	0,113
20	0,132	0,132	0,132	0,132
24	0,149	0,152	0,144	0,148
28	0,162	0,169	0,165	0,165
32	0,183	0,183	0,183	0,183
36	0,198	0,200	0,196	0,198
40	0,229	0,233	0,231	0,231

b. Kurva Kalibrasi Dekstran 100-200 kDa

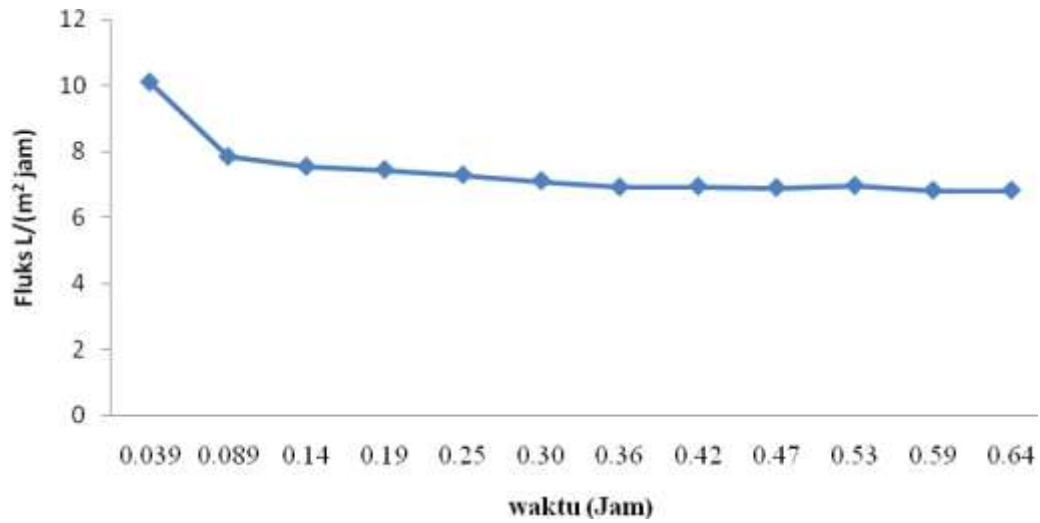


G. Lampiran rejeksi air membran selulosa asetat

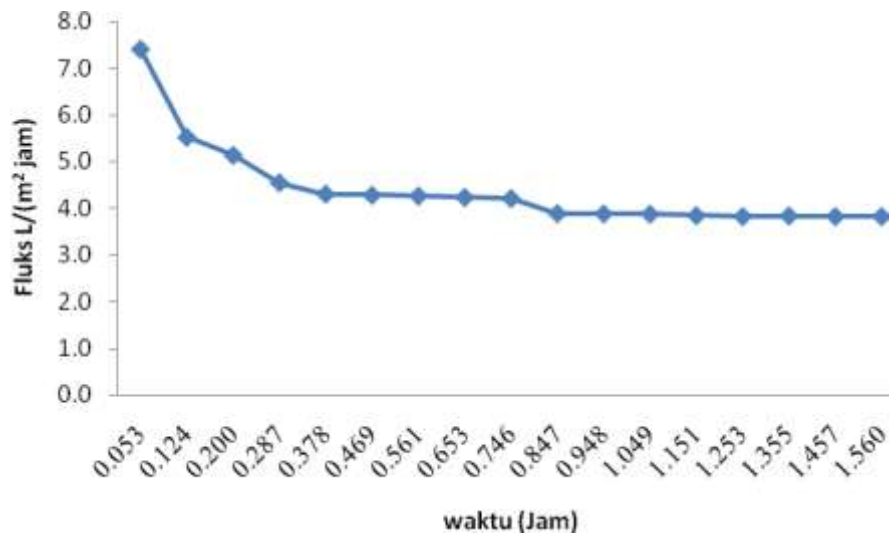
Aseton/ Asam Format	Ulangan	Permeat Absorbansi			Rata- rata	FP	[M]	[] x Fp	Retentat Absorbansi			Rata- rata	[M]	[] x Fp	rejeksi	rejeksi (%)
		1	2	3					1	2	3					
(5/10) mol	1	0,061	0,060	0,061	0,061	25	7,133	178,333	0,200	0,202	0,200	0,201	35,133	878,333	0,797	79,70
	2	0,064	0,064	0,063	0,064	25	7,733	193,333	0,216	0,219	0,216	0,217	38,400	960,000	0,799	79,86
	3	0,063	0,063	0,063	0,063	25	7,600	190,000	0,217	0,215	0,215	0,216	38,133	953,333	0,801	80,07
														rata-rata		79,88
(6/9) mol	1	0,043	0,044	0,043	0,043	25	3,667	91,667	0,175	0,176	0,175	0,175	30,067	751,667	0,878	87,80
	2	0,043	0,043	0,043	0,043	25	3,600	90,000	0,174	0,174	0,174	0,174	29,800	745,000	0,879	87,92
	3	0,047	0,046	0,046	0,046	25	4,267	106,667	0,192	0,193	0,193	0,193	33,533	838,333	0,873	87,28
														rata-rata		87,67
(7/8) mol	1	0,054	0,053	0,053	0,053	25	5,667	141,667	0,181	0,181	0,181	0,181	31,200	780,000	0,818	81,84
	2	0,053	0,053	0,053	0,053	25	5,600	140,000	0,183	0,184	0,184	0,184	31,733	793,333	0,824	82,35
	3	0,045	0,046	0,045	0,045	25	4,067	101,667	0,146	0,146	0,146	0,146	24,200	605,000	0,832	83,20
														rata-rata		82,46
(8/7) mol	1	0,070	0,070	0,070	0,070	25	9,000	225,000	0,200	0,200	0,200	0,200	35,000	875,000	0,743	74,29
	2	0,073	0,073	0,073	0,073	25	9,600	240,000	0,203	0,203	0,203	0,203	35,600	890,000	0,730	73,03
	3	0,070	0,070	0,070	0,070	25	9,000	225,000	0,207	0,207	0,207	0,207	36,400	910,000	0,753	75,27
														rata-rata		74,20
(9/6) mol	7	0,032	0,032	0,032	0,032	25	1,400	35,000	0,207	0,207	0,207	0,207	36,400	910,000	0,962	96,15
	8	0,031	0,031	0,03	0,031	25	1,133	28,333	0,216	0,216	0,216	0,216	38,200	955,000	0,970	97,03
	9	0,030	0,030	0,030	0,030	25	1,000	25,000	0,217	0,217	0,217	0,217	38,400	960,000	0,974	97,40
														rata-rata		96,86

H. Lmapiran grafik waktu kompaksi 2 bar

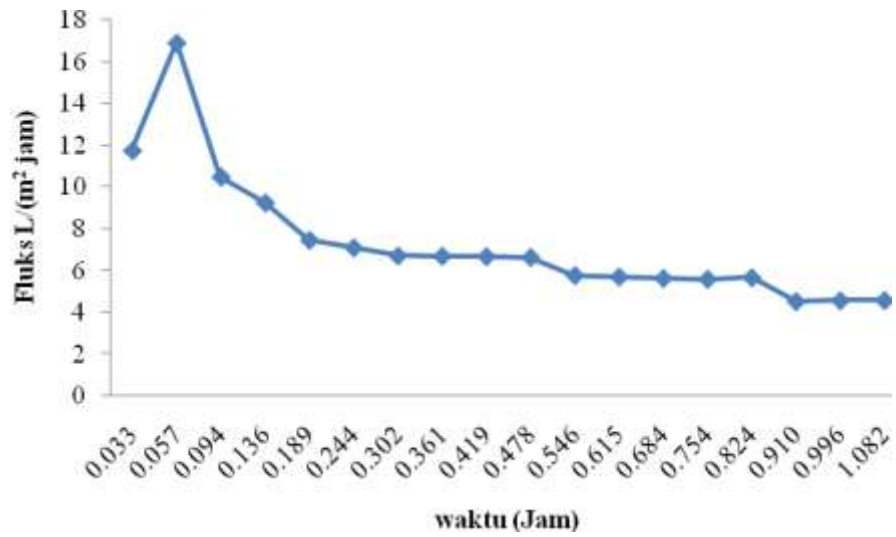
1. Variasi aseton dan asam format 5/10 mol



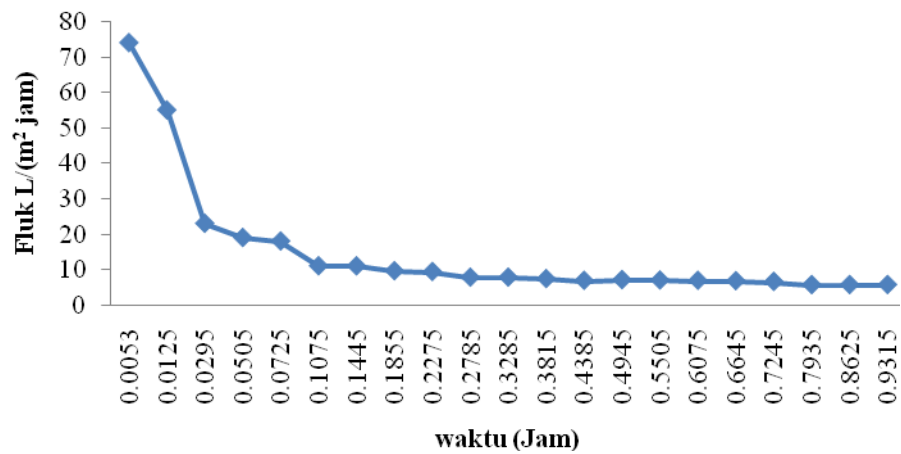
2. Variasi aseton dan asam format 6/9 mol



3. Variasi aseton dan asam format 7/8 mol



4. Variasi aseton dan asam format 8/7 mol



5. Variasi aseton dan asam format 9/6 mol

