BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Membran

Membran merupakan lapisan semipermeabel yang mampu melewatkan spesi tertentu dan menahan spesi yang lain berdasarkan ukuran spesi yang akan dipisahkan. Spesi yang memiliki ukuran lebih besar dari pori membran akan tertahan dan spesi dengan ukuran lebih kecil dapat melewati membran. Membran dengan kata lain memiliki sifat transfer yang selektif[2,3].

2.2. Mekanisme Transport Melalui Membran

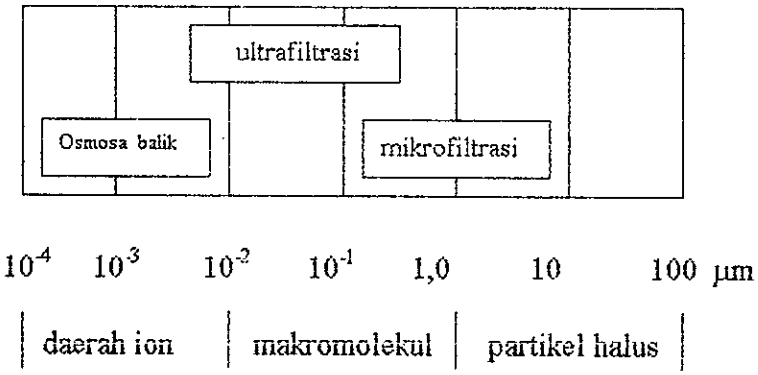
Proses pemisahan dengan membran terjadi akibat adanya gaya pendorong. Kecepatan transpor spesi-spesi tersebut ditentukan oleh gaya pendorong yang bekerja dan mobilitas spesi yang bersangkutan di dalam membran.Gaya-gaya pendorong tersebut dapat berupa gradien tekanan, gradien konsentrasi, gradien potensial listrik, atau gradien temperatur antara dua subtituen yang dipisahkan oleh membran. Gaya pendorong yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradien tekanan [2,3].

2.2.1. Proses Pemisahan dengan Gaya Penggerak Tekanan

Proses pemisahan melalui membran dengan gaya penggerak tekanan merupakan rangkaian proses-proses yang dirancang untuk dapat memisahkan partikel-partikel terlarut atau tersuspensi. Tekanan yang diberikan akan berpengaruh terhadap kecepatan transpor spesi-spesi. Jika tekanan diperbesar maka kecepatan permeasi melalui membran bertambah, demikian juga sebaliknya. Berdasarkan menurunnya ukuran pori membran dan ukuran partikel, dapat dibedakan proses mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan osmosa balik [2,3].

Kemampuan menyaring dari ketiga proses pemisahan dengan membran dapat dibedakan berdasarkan ukuran partikel yang ditahan seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.1. Hubungan antara ukuran partikel dengan jenis pemisahan[3]

A. Osmosa balik

Pemisahan dengan memberikan tekanan yang besar dan melebihi tekanan osmosa sehingga akan terjadi aliran pelarut dari larutan yang berkonsentrasi tinggi ke larutan yang berkonsentrasi rendah. Besarnya permeabilitas dan selektifitas penyaringan sangat dipengaruhi oleh ketebalan lapisan atas membran. Jenis membran yang digunakan pada osmosa balik adalah membran asimetrik dan membran komposit dengan ketebalan kulit 1 μm, lapisan pendukung 50-150 μm dan ukuran pori < 2nm. Tekanan yang digunakan pada pemurnian air payau adalah 15-25 bar sedangkan untuk air laut 40-50 bar. Aplikasi lainnya proses osmosa balik adalah penyediaan air ultra murni pada industri elektronik dan farmasi [2].

B. Ultrafiltrasi.

Membran ini digunakan untuk proses penyaringan partikel-partikel dalam rentang ukuran koloid. Proses yang terjadi adalah larutan dan molekul besar ditahan diatas permukaan membran sedangkan zat terlarut dengan ukuran kecil dapat melewati membran. Ukuran pori membran 1-100 nm, ketebalan kira-kira 0,2 μm dan tekanan yang digunakan 10 bar. Aplikasinya adalah untuk pemekatan susu, penjernihan sari buah dan pendaurulangan larutan tekstil [2].

C. Mikrofiltrasi.

Proses pemisahan dengan membran yang mempunyai pori 0,1-10 μm, digunakan untuk

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

memisahkan partikel-partikel yang berukuran koloid dan susupensi. Membran mikrofiltrasi mempunyai ukuran pori yang relatif besar maka daya tahan terhadap tekanan relatif rendah sehingga pada proses pemisahan cukup digunakan tekanan yang kecil (<2 bar). Proses pemisahan ini banyak digunakan pada industri sterilisasi air yaitu memisahkan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur [2].

2.2.2. Proses Pemisahan dengan Gaya Penggerak Konsentrasi.

Penyaringan berlangsung melalui proses difusi yaitu perpindahan suatu spesi akibat perbedaan konsentrasi.Spesi dari suatu larutan dengan konsentrasi tinggi melewati membran dan masuk ke dalam larutan dengan konsentrasi lebih rendah. Aplikasinya antara lain pada proses cuci darah dan menurunkan kadar alkohol pada industri bir [2].

2.2.3. Proses Pemisahan dengan Gaya Penggerak Potensial Listrik

Proses pemisahan dengan gaya penggerak listrik biasanya digunakan untuk memisahkan ion-ion dalam larutan. Proses perpindahan ini diseleksi oleh suatu membran pengantar listrik. Ada dua tipe membran,yaitu membran penukar kation yang dapat dilewati oleh kation dan membran penukar anion yang hanya dapat dilewati oleh anion. Misalnya pada pemurnian air laut, maka ion-ion positif dari larutan akan bergerak ke kutub katoda dan ion-ion negatif ke kutub anoda. Dengan demikian ion-ion dalam larutan akan dapat dipisahkan [2,3].

2.3. Klasifikasi Membran

Klasifikasi membran dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu berdasarkan eksistensi, morfologi, bentuk membran dan prinsip pemisahan.

2.3.1. Klasifikasi Membran Berdasarkan Eksistensinya.

Berdasarkan eksistensinya membran dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu membran alamiah dan membran sintetik.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

1. Membran alamiah

Membran alamiah adalah membran yang terdapat di jaringan tubuh organisme, baik sel tumbuhan, hewan, maupun manusia. Fungsinya melindungi isi sel dari pengaruh lingkungan dan membantu proses metabolisme organisme.

2. Membran sintetik

Membran sintetik adalah membran yang dibuat secara sengaja sesuai kebutuhan dan disesuaikan dengan sifat membran alamiah. Membran sintetik dapat dibuat dari polimer tertentu seperti polikarbonat, poliamida, polisulfon, dan selulosa asetat. Membran ini jenisnya beragam dan aplikasinya luas [1,2].

2.3.2. Klasifikasi Membran Berdasarkan Morfologi

Berdasarkan morfologinya membran dibagi atas membran membran simetrik dan membran asimetrik.

1. Membran simetrik

Membran simetrik adalah membran yang mempunyai struktur pori yang seragam dan mempunyai ukuran serta kerapatan pori yang relatif sama di seluruh bagian membran. Membran ini hanya terdiri dari satu lapisan saja.

2. Membran asimetrik

Membran asimetrik adalah membran yang mempunyai struktur pori yang tak seragam dan mempunyai ukuran serta kerapatan pori yang tidak sama dari bagian sisi yang satu ke bagian sisi yang dibawahnya. Membran ini mempunyai dua lapisan yaitu lapisan atas yang disebut lapisan aktif dan lapisan bawah yang disebut lapisan pendukung. Laju filtrasi membran simetrik lebih rendah daripada membran asimetrik karena pada membran simetrik partikel yang ditolak cenderung terperangkap pada pori membran sehingga menyebabkan penyumbatan. Sementara pada membran asimetrik partikel yang ditolak ditahan pada permukaan membran[1,2].

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.3.3. Klasifikasi Membran Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan bentuknya membran dibagi atas membran datar dan membran tubular.

1. Membran datar

Membran datar mempunyai penampang lintang besar dan bentuknya melebar. Membran datar dikelompokkan lagi menjadi :

a. Membran datar yang terdiri dari satu lembar membran saja.

b. Membran datar bersusun : membran datar yang terdiri dari beberapa lembar yang disusun bertingkat-tingkat dengan menempatkan pemisah (spacer) diantara dua membran yang berdekatan.

c. Membran spiral bergulung : membran datar yang disusun bertingkat, kemudian digulung dengan pipa sentral membentuk spiral.

2. Membran tubular

Membran tubular berbentuk pipa memanjang. Membran tubular dikelompokkan lagi menjadi :

a. Membran serat berongga (diameter < 0,5 mm)

b. Membran kapiler (diameter 0,5-5,0 mm)

c. Membran tubular (diameter > 5 mm).

2.4. Blending

Blending adalah pencampuran dari dua polimer atau lebih yang strukturnya berbeda secara fisika. Pencampuran dilakukan untuk mendapatkan sifat-sifat material yang diinginkan dapat dilakukan dengan berbagai parameter seperti : komposisi bahan, temperatur pencampuran dan jenis bahan. Ada tiga jenis blend polimer yang komersial yaitu blend plastik-plastik; blend plastik-karet dan blend karet-karet. Proses blending dapat dilakukan melalui metode pencampuran lelehan secara mekanis (ekstrusi), polimerisasi monomer dalam

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

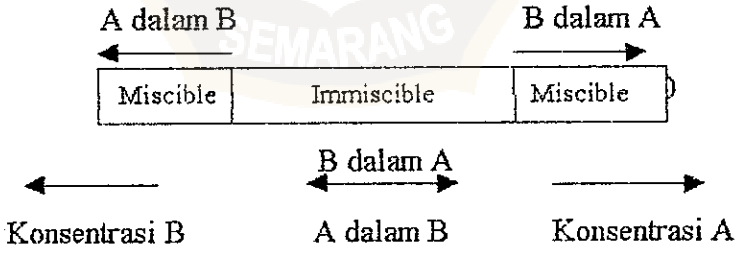
lingkungan polimer lainnya (blending latelis), pencampuran larutan-larutan polimer dan kemudian pelarut diuapkan atau polimer diendapkan [4,6].

Blending polimer dikelompokkan dalam dua macam bentuk blending .

2.4.1. Blending Homogen

Blending homogen adalah blending dimana dua polimer dapat saling larut membentuk satu fasa. Blending homogen tidaklah mudah karena sangat jarang dua polimer dapat bercampur secara homogen. Contoh dua polimer yang bercampur secara homogen adalah polysterene dan polyphenylene oxide. Kedua polimer tersebut mempunyai cincin aromatik sehingga kedua polimer tersebut dapat bergabung satu sama lain.

Variabel yang dapat digunakan untuk mengontrol apakah dua polimer dapat bercampur atau tidak adalah komposisi dari kedua polimer tersebut. Banyak pasangan polimer dapat bercampur bila komposisi satu polimer lebih banyak daripada pasangannya. Misalnya polimer A dan polimer B, kedua polimer tersebut akan bercampur bila polimer A kurang dari 30 % dan polimer B lebih dari 70 %, tetapi bila polimer A antara 30 % dan 70 % maka terjadilah dua fase, seperti terlihat dalam gambar 2 di bawah ini [5].



Gambar 2.2. Hubungan antara komposisi blending dua polimer dengan jenis fasa[5]

2.4.2. Blending Non Homogen

Hasil blending dua polimer tidak selalu bercampur menjadi satu fasa, tetapi dapat menghasilkan dua fasa, yaitu fasa A dalam B atau fasa B dalam A. Jenis blending ini ternyata

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

lebih banyak bermanfaat dibandingkan blending homogen. Sebagai contoh blend polysterena dan polibutadiena. Polimer ini tidak saling bercampur bila dicampurkan sejumlah kecil polystirena dalam polybutadiena, keduanya tidak saling melarut. Polybutadiena akan memisah dari polystirena menjadi gelembung-gelembung. Polystirena adalah polimer yang rapuh dan kaku serta dapat dipatahkan dengan mudah. Berbeda dengan polystirena, polybutadiena bersifat elastis dan dapat menyerap energi bila diberi tegangan. Ternyata bila kedua polimer ini digabungkan mempunyai sifat yang menguntungkan dibandingkan sifat-sifat dari polimer asalnya. Di pasaran blending kedua polimer ini dinamakan High Impact Poystirena (HIPS).

Contoh lainnya adalah blending antara polyetilena tereftalat (PET) dengan polyvinyl alkohol (PVA). Dalam sistem PET-PVA, kedua polimer akan terpisah membentuk lembaran berlapis yang disebut lamella. PET-PVA biasa dipakai untuk botol-botol plastik minuman berkarbonasi. PET menyebabkan botol menjadi kuat dan PVA dapat menahan karbondioksida dalam minuman agar tidak menembus keluar dari botol.

Jika dilihat dari kedua contoh diatas terdapat dua bentuk blending non homogen, yaitu : Bentuk pertama terbentuk suatu lapisan yang mengandung gelembung-gelembung kecil. Bentuk kedua terbentuk dua lapisan yang saling terpisah. Kedua bentuk blending di atas dibedakan oleh jumlah masing-masing polimer yang dicampurkan.

1. Jika polimer A lebih sedikit dari polimer B maka polimer A akan membentuk gelembung-gelembung kecil di atas lapisan polimer B.
2. Jika polimer A ditambah jumlahnya lebih banyak lagi, gelembung-gelembung dari polimer A tadi perlahan-lahan akan membentuk suatu lapisan yang akan menyatu dengan lapisan polimer B tadi. Fase ini disebut fase co-continous.
3. Jika jumlah polimer A ditambah lagi hingga melebihi jumlah dari polimer B maka yang terjadi adalah kebalikan dari nomor 1 diatas [6,7].

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id

2.5. Karakteristik Membran

Membran perlu dikarakterisasi untuk mengetahui sifat-sifat membran yang dihasilkan dan memastikan apakah membran dapat digunakan sesuai dengan yang diperlukan. Sifat-sifat khas membran ditentukan oleh sifat kimia maupun fisika membran, seperti kristanilitas, kepolaran dan stastika pori yang berhubungan dengan struktur membran, sedangkan bagian yang berhubungan dengan fungsi membran adalah permeabilitas dan selektifitas.

2.5.1.Sifat Kimia

Secara umum sifat kimia yang perlu diperhatikan dalam hubungannya dengan permeabilitas dan selektifitas membran adalah sifat kepolaran membran. Sifat kepolaran membran memiliki hubungan yang penting dengan fungsi yang optimum dalam membran dan efeknya pada proses pembuatan. Bila suatu membran mempunyai kepolaran yang hampir sama dengan kepolaran larutan umpan, maka membran akan memiliki permeabilitas yang tinggi, sebab membran yang polar akan mudah menarik molekul yang polar dan akan menolak molekul yang non polar, demikian pula sebaliknya [8].

2.5.2. Kristanilitas

Derajat kristanilitas suatu membran mempengaruhi permeabilitas, selektifitas, dan sifat mekanik membran. Jika derajat kristanilitas tinggi maka membran bersifat kurang elastis dan juga kekuatan tariknya akan kecil dan perpindahan materi akan semakin kecil ,demikian pula sebaliknya [2].

2.5.3. Statistika Pori

Statistika pori meliputi ukuran pori, distribusi pori, kerapatan pori, dan rongga dalam pori. Metode yang digunakan adalah metode titik gelembung dan SEM. Metode titik gelembung memberikan informasi diameter maksimum suatu membran, sedangkan metode SEM

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

memberikan informasi mengenai struktur membran, seperti permukaan atas, penampang lintang, lapisan penyangga, dan distribusi ukuran pori [2].

2.5.4. Permeabilitas dan Selektifitas

Permeabilitas dan selektifitas merupakan dua faktor terpenting dalam karakterisasi membran. Permeabilitas atau fluks adalah ukuran kecepatan suatu spesi melewati membran persatuan luas dan waktu dengan gradien tekanan sebagai gaya pendorong, sedangkan selektifitas adalah ukuran kemampuan membran menahan suatu spesi. Faktor yang mempengaruhi selektifitas membran adalah besarnya ukuran pori pada suatu membran [1].

2.6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Membran

2.6.1. Komposisi Larutan Cetak

Peranan komposisi larutan cetak sangat penting karena melalui pengaturan komposisi membran dapat dihasilkan membran sesuai kegunaan membran. Sifat selektifitas membran berbanding terbalik dengan sifat permeabilitasnya. Kadar polimer yang tinggi akan membentuk membran yang sifat selektifitasnya tinggi., tetapi sifat permeabilitasnya rendah. Agar diperoleh membran yang mempunyai sifat selektifitas dan permeabilitas yang tinggi serta sifat mekanik yang baik maka dapat digunakan bahan aditif [2].

2.6.2. Waktu penguapan

Waktu penguapan pelarut setelah pencetakan membran turut menentukan sifat-sifat membran yang terbentuk. Pelarut aseton berdifusi ke atmosfir sehingga terbentuk lapisan tipis pada permukaan membran bagian atas. Lapisan tipis ini disebut juga lapisan aktif. Lapisan aktif ini kekurangan aseton akibat proses difusi. Pada saat yang bersamaan pada permukaan bagian bawah membran terbentuk lapisan yang kaya akan aseton. Hal ini diakibatkan oleh aseton pada lapisan ini sukar mengalami proses difusi. Lapisan ini disebut lapisan penyangga. Pada proses gelasi, aseton akan mengalami difusi ke air yang dalam hal ini adalah non pelarut.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Karena lapisan penyanggga kaya akan aseton maka bagian ini mempunyai pori yang lebih banyak dibandingkan dengan lapisan aktif membran. Hal ini disebabkan karena pori pada membran juga dibentuk oleh ruang yang ditinggalkan oleh aseton pada proses gelasi[8].

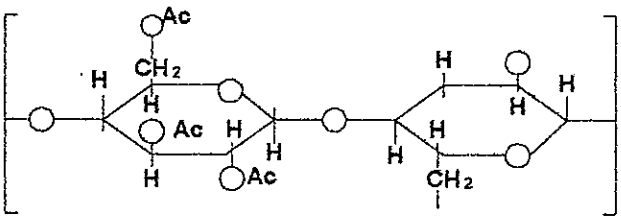
2.6.3. Pemilihan sistem pelarut non pelarut

Pembuatan membran dengan inversi fasa maka polimer harus dapat larut. Meskipun terdapat lebih dari satu pelarut yang cocok untuk polimer, namun pelarut dan non pelarut harus saling campur. Air sering digunakan sebagai non pelarut. Beberapa pelarut yang sering digunakan adalah dimetilformida, aseton, etil asetat dan dimetilsulfoksida[8].

2.7. Struktur Molekul Bahan Dasar Membran

2.7.1. Selulosa asetat

Selulosa merupakan senyawa organik paling melimpah di bumi. Diperkirakan sekitar 10^{11} ton selulosa dibiosintesis tiap tahun. Selulosa asetat merupakan padatan yang berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak beracun. Penggunaan selulosa banyak yang menggantikan selulosa nitrat dalam banyak produk, misalnya pita magnetik tape recorder, film-film fotografik, gambar bioskop, hal ini disebabkan film-film dari selulosa asetat mempunyai beberapa kelebihan diantaranya kekuatannya lebih baik, bahan tidak mudah terbakar, lembut untuk dicetak, merupakan penyerap air yang tinggi[9].

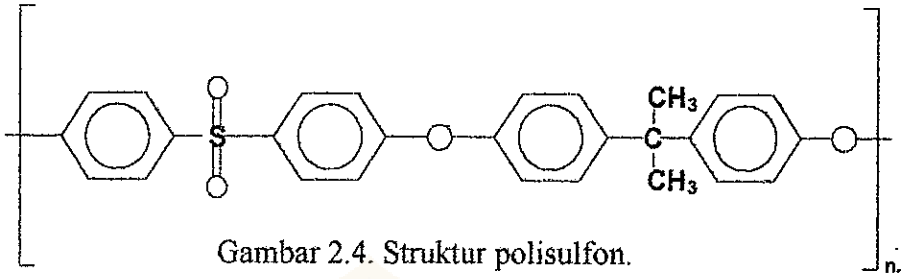


Gambar 2.3. Struktur Selulosa Asetat

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.7.2. Polisulfon

Polisulfon adalah suatu polimer dengan BM yang besar mengandung gugusan sulfonat dan inti aromatik dalam suatu rantai polimer utama. Polimer ini mempunyai kualifikasi yaitu keras, rigid dan memiliki sifat termoplastik dengan suhu transisi gelas 180 – 250 ^{0}C [10].



Gambar 2.4. Struktur polisulfon.

n berkisar antara 50 dan 80

Sifat-sifat lain dari polisulfon yang dapat menempatkan polisulfon sebagai polimer membran terkemuka adalah sifatnya yang stabil terhadap panas dan oksidasi, tahan terhadap perubahan pH, tidak meregang meski pada suhu yang tinggi dan mempunyai fleksibilitas dan kekuatan sangat tinggi [11].

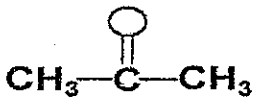
Polisulfon adalah suatu basa Lewis serta larut dalam pelarut-pelarut yang bersifat asam seperti heksafluoro isopropanol dan hidrokarbon terklorinasi seperti klorofom dan metilen klorida. Disamping itu polisulfon juga larut dalam pelarut polar lainnya seperti aseton, dimetilformamida, dan dimetil asetamida [12].

2.7.3. Aseton

Merupakan keton cair yang harum dan tidak berwarna, mempunyai BM 58,08, titik lebur –94,6^{0}C, dan berat jenis 0,792. Aseton juga dikenal sebagai dimetil keton atau propanon. Senyawa ini dapat bercampur baik dengan air, alkohol atau eter. Aseton adalah pelarut yang penting dan digunakan secara luas

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

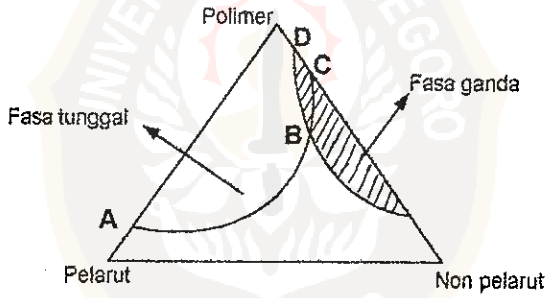
dalam pembuatan plastik aseton diproduksi dalam jumlah besar dan digunakan dalam banyak sintesa organik [13].



Gambar 2 .5. Struktur aseton

2.8. Membran Inversi Fasa

Metode Inversi Fasa merupakan salah satu metode pembuatan membran yang dikenal. Proses pembuatan membran dengan metode inversi fasa meliputi empat tahap, yaitu pelarutan, pencetakan, penguapan dan gelasi. Sedangkan mekanisme pembuatan membran inversi fasa dapat diterangkan melalui diagram fasa pada gambar 2.6. di bawah ini.



Gambar 2.6. Diagram fasa pembuatan membran

Seluruh sistem pada diagram tersebut dibagi menjadi 2 daerah penting yaitu fasa tunggal dan fasa ganda. Pada fasa tunggal larutan adalah homogen. Titik A menunjukkan larutan cetak membran yang mengandung polimer dan pelarut. Pada proses di dalam bak koagulasi terjadi difusi pelarut ke non pelarut sampai titik B. Pada titik B mulai terbentuk fasa ganda. Proses gelasi lebih lanjut menyebabkan semua pelarut berdifusi ke non pelarut dan berhenti pada titik C. Titik C adalah komposisi membran secara keseluruhan. Proses penguapan yang terjadi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

sesaat setelah pencetakan film membran akan mengakibatkan lapisan atas membran kekurangan pelarut. Dengan demikian lapisan atas membran mempunyai komposisi kaya akan polimer.[2]

2.9. Mekanisme Pertumbuhan Pori Membran

Pori yang terbentuk pada membran dipengaruhi oleh kecepatan difusi pelarut ke bak koagulasi. Kecepatan difusi pelarut dan non pelarut dirumuskan sebagai suatu konstanta k.

$$K = \frac{n_2}{n_1}$$

dimana n_2 adalah kecepatan difusi pelarut dan n_1 adalah kecepatan difusi non pelarut

2.9.1. Proses Pembentukan Pori Kecil

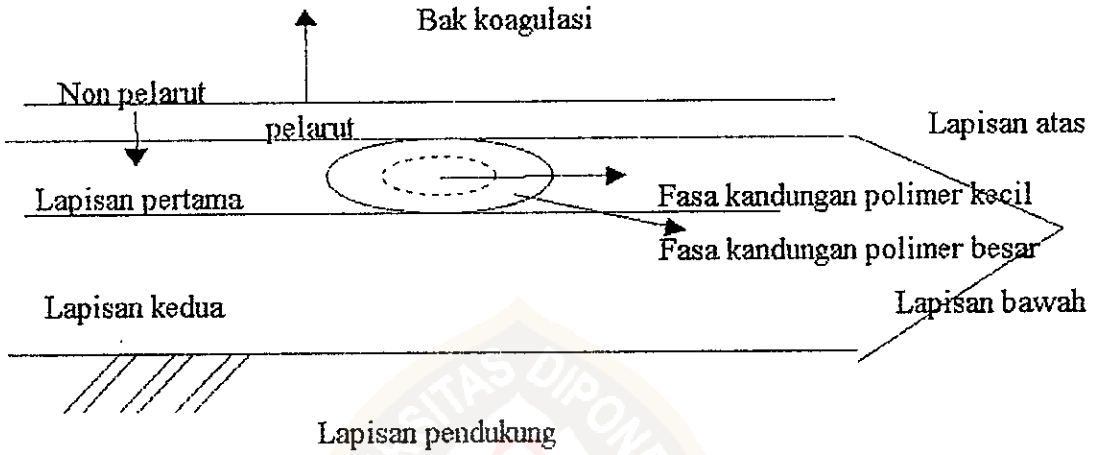
Ukuran pori yang kecil pada suatu membran terjadi bila afinitas antara pelarut dan non pelarut kecil maka kecepatan difusi pelarut ke bak koagulasi lebih besar daripada kecepatan difusi non pelarut ke dalam larutan cetak yang homogen ($n_2 > n_1$). Kecepatan difusi pelarut yang keluar lebih besar daripada non pelarut yang masuk maka pelarut baik dari fasa kandungan polimer besar atau kecil akan keluar terlebih dahulu dan di tempat itu nantinya akan digantikan oleh molekul non pelarut yang masuk. Tetapi karena semua pelarutnya sudah keluar maka inti polimer mengalami pemadatan sehingga pori tidak berkembang akibatnya ukuran pori yang dihasilkan kecil [11].

2.9.2. Proses Pembentukan Pori Besar

Proses pembentukan pori yang besar terjadi bila afinitas antara pelarut dan non pelarut besar maka non pelarut lebih cepat masuk ke dalam larutan cetak sebelum pelarutnya keluar ($n_1 > n_2$), sehingga masuknya non pelarut ke dalam fasa kandungan polimer kecil menyebabkan adanya induksi terhadap pelarut sehingga pelarut dari fasa kandungan polimer besar masuk juga. Berkumpulnya molekul-molekul pelarut, polimer dan non pelarut di dalam fasa kandungan polimer kecil menyebabkan ketidakstabilan sistem sehingga molekul-molekul tersebut bergerak untuk mencari tempat yang lebih luas, akibatnya pori akan mengembang dan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

ini mengakibatkan ukuran pori bertambah besar. Tetapi pelarut dari kedua fasa ini akan didorong keluar lagi ke bak koagulasi, sehingga bila semua pelarutnya sudah keluar maka terjadi pemadatan dan pori akan berhenti tumbuh, sementara proses pemadatan akan berhenti. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.7 di bawah ini.



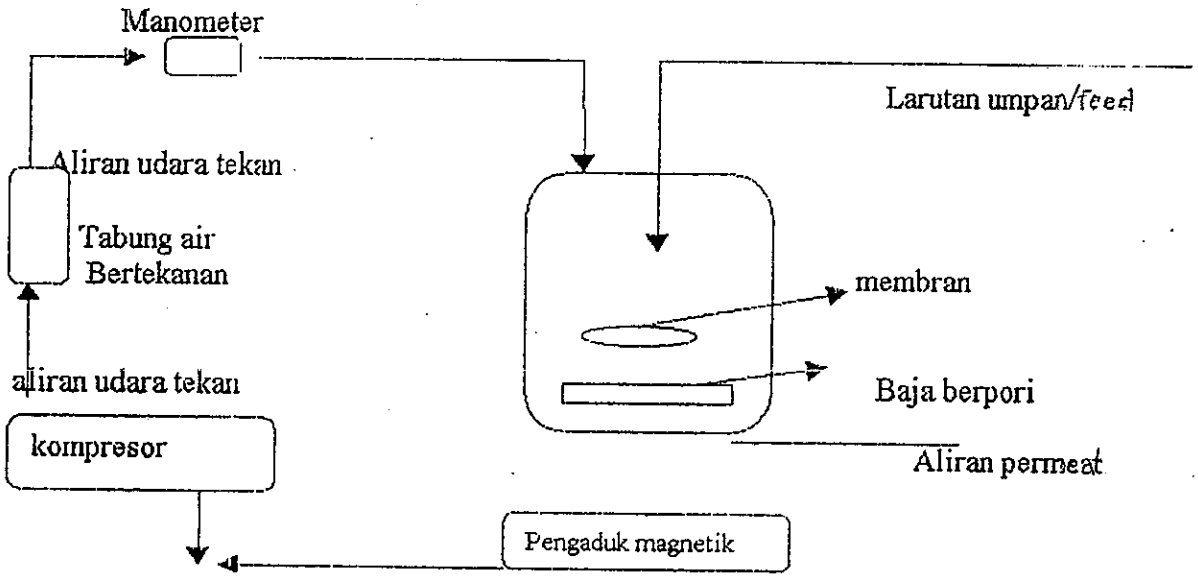
Gambar 2.7. Lapisan yang terdapat pada membran[1]

2.10. Karakterisasi Membran

2.10.1. Pengukuran fluks air

Pengukuran fluks air atau permeabilitas membran dilakukan dengan mengisi tabung dengan air, kemudian air dialirkan dari tabung ke sel uji membran dengan bantuan tekanan udara yang dikeluarkan melalui kompresor dan diatur dengan manometer sehingga tekanan udara dalam sel konstan 3 atm. Air akan mengalir melewati membran. Mula-mula kecepatan permeat sangat tinggi, setelah selang beberapa saat akan konstan, sehingga akhirnya alirannya konstan atau stabil. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai fluks yang stabil dinamakan waktu kompaksi yang lamanya kurang lebih 30 menit. Air yang melewati membran ditampung pada gelas ukur 10 ml dan dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai volume 10 ml. Pengukuran dilakukan secara berulang-ulang sampai diperoleh nilai yang konstan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 2.8. Skema proses mikrofiltrasi

Gambar 2.9. Alat penguji membran untuk proses mikrofiltrasi

2.10.2. Pengukuran rejeksi

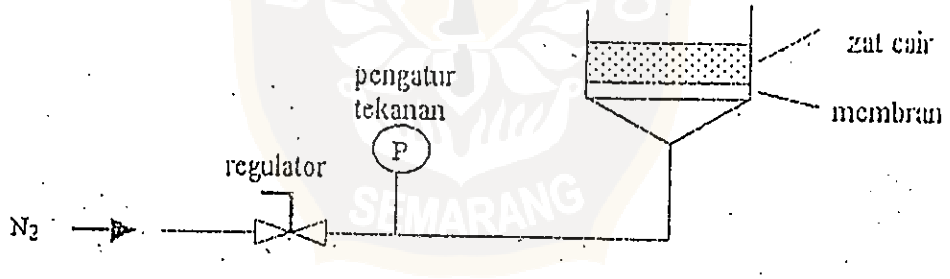
Proses pengukuran rejeksi pada prinsipnya sama dengan pengukuran fluks membran. Perbedaannya cairan yang dimasukkan adalah sukrosa 10.000 ppm.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Larutan sukrosa 10.000 ppm dimasukkan ke dalam sel mikrofiltrasi. Pengukuran dilakukan dengan cara sebanyak 5ml permeat pada setengah jam pertama, lalu rejeksi terhadap larutan sukrosa dilanjutkan setengah jam lagi. Permeat kedua ditampung lagi sebanyak 5 ml. Konsentrasi umpan dan permeat diukur dengan spektrofotometer UV-VIS pada λ= 490 nm. Larutan umpan dan permeat diencerkan dahulu pada pengenceran 250 kali. Kemudian masing-masing diambil 1 ml dan direaksikan dengan dengan 5 ml H_2SO_4 p.a. dan 1 ml phenol 5 %. Kemudian diukur absorbansinya.

2.10.3. Pengukuran diameter pori maksimum

Pengukuran diameter pori maksimum dilakukan dengan menggunakan metode titik gelembung. Membran yang akan ditentukan ukuran porinya dimasukkan dalam sel yang diisi dengan air. Kemudian diberi tekanan dari sisi bawah membran yang telah mengenai air. Sebuah gelembung udara akan menembus membran. Penembusan pertama kali terjadi melalui ukuran pori yang terbesar dan tekanan pada saat itu dicatat



Gambar 2.10. Skema alat penguji titik gelembung [2].

2.10.4. Pengukuran ketebalan membran

Pengukuran ketebalan membran dilakukan pada lima tempat yang berbeda pada membran dengan menggunakan mikrometer sekrup, kemudian diambil rata-ratanya.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2.11. Aplikasi membran terhadap air sumur tanah dalam

Sampel diambil dari air sumur tanah dalam dari daerah bukit Sambiroto asri yang dahulu merupakan pegunungan kapur. Kemudian dilakukan pengukuran penurunan kesadahan air oleh membran dengan fluks terbesar dan terkecil.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)