



PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN ANIONIK *SODIUM DODESIL SULFAT* TERHADAP KARAKTERISTIK MEMBRAN SELULOSA ASETAT

SKRIPSI

Oleh
Eka Surya Buana
NIM: 071810301040

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



PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN ANIONIK *SODIUM DODESIL SULFAT* TERHADAP KARAKTERISTIK MEMBRAN SELULOSA ASETAT

SKRIPSI

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

Oleh
Eka Surya Buana
NIM: 071810301040

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013

PERSEMBAHAN

Sebagai rasa terima kasih yang tak terhingga, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibu (Ibu Mardiana) dan Bapak (Bapak Kuswardi S.pd). Terimakasih untuk doa, cinta, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, keikhlasan, bimbingan, didikan, nasehat, teladan, perjuangan dan atas segala yang telah diberikan dengan tulus ikhlas kepada saya hingga saya bisa meraih semua ini, serta tunangan aku tersayang (Heni Sumiyati), adik (Dewi wulandari), nenek,kakek dan semua keluarga besar saya;
2. Bapak Ibu Guru TK Dharma Wanita Kapongan; SDN 2 Kapongan; SLTPN 2 Panji; SMA 1 Kapongan; Ustadz-Ustadz yang mengajari saya mengaji; Bapak-Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember. teman-teman seperjuangan (Elis Nurfarida, Yekti Aprilia S, Henry Adi Sidabutar, Hendra Setiawan) terima kasih atas kebersamaannya selama ini;
3. Almamater tercinta, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Dan, Dia telah mengajarkan kepadamu apa yang belum kamu ketahui. Dan adalah karunia ALLAH itu sangat besar.

(QS. An-Nisa: 113)*

Bisa jadi Allah mencegah kamu mendapatkan sesuatu adalah anugrah-Nya, tidak terlaksananya keinginan kamu adalah bentuk kasih sayang-Nya, tertundanya pencapaian harapan kamu adalah inayah-Nya, karena dia lebih memahami dan lebih mengetahui dirimu daripada kamu sendiri.

(Aidh bin Abdullah Al Qarni)**

*Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Quran dan Terjemahannya. Semarang: PT. Karya Toha Putra.

**Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Kumpulan Hadist Islam. Semarang: PT. Karya Toha Putra.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Surya Buana

NIM : 071810301040

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat Terhadap Karakteristik membran selulosa aetat* 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, 28 Maret 2013

Yang Menyatakan

Eka Surya Buana
NIM 071810301040

SKRIPSI

PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN ANIONIK *SODIUM DODESIL SULFAT* TERHADAP KARAKTERISTIK MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Oleh
Eka Surya Buana
NIM: 071810301040

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Indarti, S.Si, M.Si.
Dosen Pembimbing Anggota : Asnawati, S.Si, M.Si.

PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik *Sodium Dodesil Sulfat* Terhadap Karakteristik Membran Selulosa Asetat” telah diuji dan disahkan pada:

hari :

tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

Dwi Indarti, S.Si., M.Si.
NIP. 197409012000032004

Asnawati, S.Si., M.Si.
NIP. 196808141999032001

Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D
NIP. 196605291993031003

Tanti Haryati S.Si., M.Si
NIP. 198010292005012002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.
NIP. 196101081986021001

RINGKASAN

Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik *Sodium Dodesil Sulfat* Terhadap Karakteristik Membran Selulosa Asetat; Eka Surya Buana, 071810301040; 2013: 59 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Teknologi membran merupakan salah satu teknologi pemisahan penting yang digunakan dalam proses industri. Pemilihan teknik ini didasarkan pada beberapa keunggulan utama yang dimiliki membran yang tidak dimiliki oleh teknologi pemisahan lain. Keunggulan ini antara lain dalam pemanfaatan energi yang lebih rendah, simplisitas, mudah *discale-up* (peningkatan skala operasi), lebih efisien dan ekonomis serta ramah lingkungan (Wenten, 2000). Teknologi ini banyak diterapkan dalam industri proses kimia; tekstil dan kulit, pulp dan kertas, cat,omotif, farmasi, kesehatan dan medis, makanan dan minuman (Mulder, 1996).

Salah satu jenis membran adalah membran ultrafiltrasi. Parameter yang menentukan kualitas membran ultrafiltrasi meliputi sifat fisik (densitas, derajat *swelling*), sifat kimia (Uji FTIR, sudut kontak membran) dan kinerja membran (fluks dan permselektivitas). Pembuatan membran ultrafiltrasi selulosa asetat menggunakan teknik inversi fasa. Salah satu parameter yang mempengaruhi struktur membran dengan teknik inversi fasa adalah variasi komposisi larutan polimer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk : (1) mengetahui pengaruh penambahan surfaktan *sodium dodesil sulfat* terhadap sifat fisik membran selulosa asetat (densitas, derajat *swelling*), (2) mengetahui pengaruh penambahan surfaktan anionik sodium dodesil sulfat terhadap sifat kimia membran selulosa asetat (uji FTIR, sudut kontak) (3) mengetahui pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap kinerja membran selulosa asetat (koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksi dekstran).

Pembuatan membran selulosa asetat menggunakan teknik inversi fasa dengan memvariasikan penambahan SDS ke dalam komposisi larutan polimer membran

selulosa asetat (0,17; 0,32; 0,45; 0,56 gr) dan karakterisasi membran yang meliputi uji sifat fisik (densitas, derajat *swelling*), sifat kimia (uji FTIR, sudut kontak) dan kinerja membran (fluks dan faktor rejeksi). Faktor rejeksi membran ditentukan dengan mengukur konsentrasi permeat dan retentat dari larutan dekstran. larutan dekstran yang dipakai memiliki berat molekul 100-200 kDa dengan konsentrasi masing-masing 1000 ppm. Tekanan operasional yang digunakan untuk uji kompaksi dan fluks adalah 2 bar; untuk uji koefisien permeabilitas membran terhadap air adalah 1; 1,5; 2; 2,5; 3 bar, dan untuk uji faktor rejeksi adalah 2 bar.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat mempengaruhi karakteristik membran selulosa asetat yaitu sifat fisika, sifat kimia dan kinerja membran selulosa asetat. Sifat fisik membran yang diuji yaitu densitas dan derajat *swelling* membran, semakin besar konsentrasi SDS densitas membran selulosa asetat semakin menurun sedangkan derajat *swelling* membran semakin meningkat. Sifat kimia membran yang diuji yaitu uji FTIR dan sudut kontak membran, hasil spektra FTIR membran selulosa asetat 0% SDS dengan 2 dan 4% SDS yaitu tidak adanya gugus S=O stretch (sulfonat) pada panjang gelombang 1323,08 dan 1319,22 dan sudut kontak membran selulosa asetat semakin kecil yang menandakan membran selulosa asetat bersifat hidrofilik. Uji kinerja membran menunjukkan semakin besar konsentrasi SDS, maka fluks air dan koefisien permeabilitas membran semakin meningkat dan koefisien rejeksi membran akan semakin menurun.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat Terhadap Karakteristik Membran Selulosa Asetat*. 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., selaku ketua laboratorium kimia fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
4. Ibu Dwi Indarti, S.Si., M.Si dan ibu Asnawati, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Bapak Drs. Siswoyo M.Sc., Ph.D dan Ibu Tanti Haryati S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
6. dosen-dosen FMIPA umumnya dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
7. teman seperjuangan dalam penelitian membran groups (Henry, Yekti, Elis) yang telah banyak membantu terselesainya skripsi ini, terimakasih untuk bantuan, motivasi dan kerja samanya;
8. Mas Edi, Mas Darma, Mas Maryono, Mas Dulkolim, Mbak Sari dan Bu Harti yang telah banyak membantu;

9. 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, 28 Maret 2013

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Membran | 5 |
| 2.1.1 Definisi Membran | 5 |
| 2.1.2 Klasifikasi Membran | 6 |
| 2.2 Membran Ultrafiltrasi | 7 |
| 2.3 Material Membran | 9 |
| 2.3.1 Selulosa Asetat | 9 |
| 2.3.2 Dimetil Ftalat | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.4 Surfaktan | 11 |
| 2.4.1 Klasifikasi Surfaktan..... | 13 |
| 2.4.2 Sodium Dodesil Sulfat | 15 |
| 2.5 Teknik Pembuatan Membran | 16 |
| 2.6 Inversi Fasa | 18 |
| 2.7 Karakterisasi Membran | 22 |
| 2.7.1 Sifat Fisik Membran..... | 22 |
| 2.7.2 Kinerja Membran | 23 |
| 2.8 Spektrometri Infra Merah | 25 |
| 2.9 Sudut Kontak | 27 |
| | |
| BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN | 30 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 30 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 30 |
| 3.2.1 Alat..... | 30 |
| 3.2.2 Bahan..... | 30 |
| 3.3 Rancangan Penelitian | 31 |
| 3.3.1 Diagram Alir Penelitian | 31 |
| 3.3.2 Preparasi dan Pengujian Membran Selulosa Asetat..... | 31 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 32 |
| 3.4.1 Pembuatan Membran | 32 |
| 3.4.2 Karakterisasi Membran Selulosa Asetat | 33 |
| | |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| 4.1 Karakterisasi Sifat Fisika Membran Selulosa Asetat | 38 |
| 4.1.1 Densitas membran Selulosa Asetat | 38 |
| 4.1.2 Derajat Swelling Membran Selulosa Asetat..... | 39 |
| 4.2 Karakterisasi Sifat Kimia Membran Selulosa Asetat | 41 |
| 4.3 Karakterisasi Kinerja Membran Selulosa Asetat | 46 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1 Pengaruh Penambahan SDS Terhadap Fluks Air Dan Koefisien Permabilitas Membran Selulosa Asetat | 48 |
| 4.3.2 Pengaruh Penambahan SDS Terhadap Koefisien Rejeksi Membran Selulosa Asetat..... | 52 |
| BAB 5. PENUTUP | 55 |
| 5.1 Kesimpulan | 55 |
| 5.2 Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | 57 |
| LAMPIRAN | 60 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Sifat Fisik Sodium Dodesil Sulfat..... | 16 |
| 2.2 Daerah Panjang Gelombang..... | 27 |
| 4.1 Panjang Gelombang Dan Intensitas Spektra FTIR..... | 43 |
| 4.2 Pengaruh Penambahan SDS Terhadap Kompaksi Membran..... | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Sistem dua fase yang dipisahkan oleh membran | 5 |
| 2.2 Selulosa Asetat..... | 10 |
| 2.3 Molekul Surfaktan | 12 |
| 2.4 Struktur Molekul Surfaktan Dalam Suatu Sisten Emulsi..... | 15 |
| 2.5 Struktur Sodium Dodesil Sulfat..... | 15 |
| 2.6 Binodal Instantaneous Demixing..... | 19 |
| 2.7 Binodal Delayed Demixing..... | 20 |
| 2.8 Tetesan Air Yang Mengandung Fluor Pada Kain | 28 |
| 2.9 Sudut Kontak Tetesan Air Pada Permukaan Padat..... | 28 |
| 3.1 Pembuatan Membran Pori Asimetrik | 32 |
| 3.2 Set Alat Ultrafiltrasi | 35 |
| 3.3 Grafik Penentuan Nilai permeabilitas..... | 36 |
| 4.1 Grafik Penentuan Densitas Membran Selulosa Asetat..... | 38 |
| 4.2 Grafik Penentuan <i>Swelling</i> Membran Selulosa Asetat..... | 39 |
| 4.3 Gambar Spektra FTIR Untuk Membran CA dengan 0, 2,4% SDS..... | 42 |
| 4.4 Gambar Interaksi Antara Selulosa Asetat Dengan SDS..... | 43 |
| 4.5 Sudut Kontak Membran Selulosa Asetat..... | 45 |
| 4.6 Grafik Pengaruh Konsentrasi SDS Terhadap Kompaksi Membran..... | 46 |
| 4.7 Grafik Pengaruh Konsentrasi SDS Terhadap Fluks Air Membran..... | 49 |
| 4.8 Grafik Pengaruh Konsentrasi SDS Terhadap Koefisien Permeabilitas Membran..... | 49 |
| 4.9 Grafik <i>Scanning</i> Panjang Gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa..... | 52 |
| 4.10 Grafik Koefisien Rejeksi Membran..... | 53 |
| 4.11 Grafik Konduktansi SDS Pada Bak Koagulasi | 53 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Densitas Membran Selulosa Asetat..... | 60 |
| B. Derajat Swelling Membran Selulosa Asetat | 61 |
| C. Kompaksi Membran Selulosa Asetat | 62 |
| D. Fluks Air Membran Selulosa Asetat | 65 |
| E. Konduktansi bak Koagulasi membran Selulosa Asetat..... | 66 |
| F. Koefisien Permeabilitas Membran Selulosa Asetat..... | 67 |
| G. Scanning Panjang Gelombang Dekstran 100-200 KDa..... | 71 |
| H. Koefisien Rejeksi Membran Selulosa Asetat terhadap Dekstran 100-200 KDa | 73 |
| I. Spektra FTIR Untuk Konsentrasi 0% SDS, 2% SDS Dan 4% SDS..... | 76 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman yang semakin pesat terutama dalam bidang *sains*, para ilmuwan berlomba-lomba untuk menghasilkan penemuan-penemuan yang bermanfaat untuk orang banyak, baik dalam bentuk barang, jasa, ataupun suatu metode-metode untuk mengatasi masalah-masalah yang ada pada saat ini, salah satu diantaranya yaitu teknologi membran. Teknologi membran merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk proses pemisahan pada saat ini. Pemilihan teknologi membran didasarkan pada beberapa keunggulan yang dimiliki teknologi ini, tetapi tidak dimiliki oleh metode-metode pemisahan lainnya. Keunggulan metode ini antara lain dalam pemanfaatannya membutuhkan energi yang lebih rendah, simplisitas, mudah *discale-up* (peningkatan skala operasi), lebih efisien dan ekonomis, serta ramah lingkungan (Wenten, 2000).

Pemisahan menggunakan membran salah satunya didasarkan pada ukuran pori membran terhadap ukuran partikel dan sifat hidrofilitas membran. Hidrofilitas membran akan mempengaruhi interaksi membran dengan larutan umpan. Membran dengan permukaan yang bersifat hidrofilik akan memiliki permeabilitas yang lebih baik (Jonson dan Jonson, 1995). Ukuran pori dan sifat hidrofilitas membran dipengaruhi oleh material membran yang digunakan. Beberapa material membran yang sering digunakan yaitu selulosa asetat (CA), polisulfon, polietersulfon, dan poliamida (Wenten, 2000)

Material membran yang digunakan pada penelitian ini adalah selulosa asetat (CA). Kelebihan selulosa asetat sebagai material membran adalah mudah untuk diproduksi dan bahan dasarnya merupakan sumber yang dapat diperbaharui (*renewable*) (Wenten, 2000). Kekurangan selulosa asetat sebagai material membran

adalah sangat sensitif terhadap pH, dibatasi pada pH 2 sampai 8, sangat *biodegradable* yaitu sangat rentan terhadap mikroba yang ada di alam (Wenten, 2000) dan hanya cocok dengan beberapa *plastisizer* (Mark et al, 1968). Aplikasi dari membran selulosa asetat ini dapat digunakan dalam berbagai industri seperti makanan, minuman, *dairy* (pemekatan susu, pembuatan keju, dan pengambilan protein *whey*), tekstil, farmasi, industri kertas, dan masih banyak lagi yang lainnya.

Teknik-teknik yang biasanya digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template-leaching* dan inversi fasa. Membran selulosa asetat dapat dibuat dengan metode inversi fasa. Inversi fasa adalah suatu proses pengubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi padatan dengan kondisi terkendali. Dibanding dengan teknik lain inversi fasa mempunyai kelebihan diantaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan pada berbagai macam polimer (Wenten, 2000). Beberapa variasi yang mempengaruhi pembentukan pori pada membran adalah komposisi dalam larutan polimer, variasi waktu penguapan larutan polimer, konsentrasi polimer, komposisi bak koagulasi, pemilihan sistem pelarut dan non pelarut. Komposisi larutan polimer mempengaruhi pembentukan struktur dan morfologi membran. Penelitian ini menggunakan variasi penambahan surfaktan dalam larutan polimer sebagai salah satu variabel yang berpengaruh pada pembentukan pori membran. Diharapkan dengan adanya variasi penambahan surfaktan dalam larutan polimer akan menghasilkan membran dengan kinerja tinggi (fluks dan selektivitas membran) (Wenten, 2000).

Saat ini studi mengenai pembentukan dan karakterisasi membran banyak dilakukan diantaranya adalah Cailing (2007) dan Mulijani (2010). Cailing (2007) meneliti penambahan surfaktan non ionik *Pluronic F127* dalam komposisi larutan polimer dengan variasi surfaktan 0, 4, 8, 12, 16, 20 wt% dapat meningkatkan hidrofilitas permukaan membran selulosa asetat, meningkatkan kinerja membran selulosa asetat (fluks dan rejeksi), fluks yang dihasilkan dari 3,24 l/m² (sebelum ditambahkan surfaktan) menjadi 93,24 l/m² (setelah ditambahkan surfaktan), rejeksi yang dihasilkan lebih besar setelah ditambahkan surfaktan non ionik *pluronic F127*,

serta menghasilkan membran ultrafiltrasi. Mulijani (2010) meneliti penambahan surfaktan kationik *Cetyl trimetyl ammonium bromide* (CTAB) dalam komposisi larutan polimer dengan variasi 0,5; 1; 1,5; 2 wt% dapat meningkatkan hidrofilitas permukaan membran selulosa asetat, menghasilkan sifat fisik dan kinerja membran (fluks dan rejeksi), dan menghasilkan membran nanofiltrasi

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Cailing (2007) dan Mulijani (2010) yang menambahkan surfaktan non ionik dan kationik ke dalam larutan polimer membran, maka penelitian ini menggunakan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* yang ditambahkan dalam komposisi larutan polimer selulosa asetat dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, 5 wt% diharapkan dapat menghasilkan membran selulosa asetat dengan sifat fisik dan kinerja (fluks dan rejeksi) yang lebih baik. *Sodium dodesil sulfat* merupakan surfaktan yang bersifat amfifilik karena memiliki rantai C₁₂ (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik). Gugus sulfat (hidrofilik) pada molekul SDS ini akan lebih kuat berinteraksi dengan suatu senyawa yang bersifat hidrofilik pula, sehingga dapat meningkatkan sifat hidrofilitas senyawa tersebut. *Sodium dodesil sulfat* jika ditambahkan ke dalam komposisi larutan polimer dalam pembuatan membran berfungsi sebagai agen pembentuk pori membran dan dapat meningkatkan sifat hidrofilitas membran tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap sifat fisik membran selulosa asetat (densitas, derajat *swelling*)?
2. Bagaimana pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap sifat kimia membran selulosa asetat (IR, sudut kontak)?
3. Bagaimana pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap kinerja membran selulosa asetat (koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksi dekstran)?

1.2 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya masalah yang berpengaruh pada penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Material membran yang digunakan adalah selulosa asetat dengan BM 30000 Da dengan pelarut aseton dan DMSO.
2. Membran selulosa asetat dibuat dengan teknik inversi fasa menggunakan presipitasi dengan pencelupan.
3. Surfaktan anionik yang digunakan adalah *sodium dodesil sulfat*.
4. Larutan yang dipakai untuk uji rejeksi adalah larutan *dekstran* dengan BM 100-200 kDa.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap sifat fisik membran selulosa asetat (densitas, derajat *swelling*).
2. Mempelajari pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap sifat kimia membran selulosa asetat (IR, sudut kontak).
3. Mempelajari pengaruh penambahan surfaktan anionik *sodium dodesil sulfat* terhadap kinerja membran selulosa asetat (koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksi dekstran).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu membran khususnya untuk material membran selulosa asetat untuk di aplikasikan dalam berbagai macam proses filtrasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

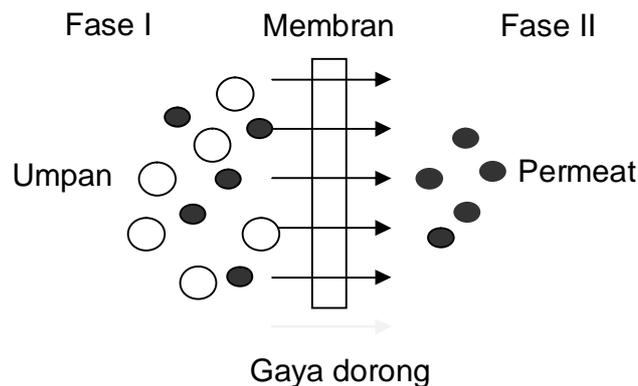
2.1 Definisi dan Klasifikasi Membran

2.1.1 Definisi Membran

Kata membran berasal dari bahasa latin “*membrana*” yang berarti kulit kertas. Secara umum istilah membran didefinisikan sebagai penghalang selektif antara dua fase yaitu fase umpan dan fase permeat. Membran dapat berfungsi sebagai media pemisahan yang selektif berdasarkan perbedaan muatan listrik atau perbedaan kelarutan (Mulder, 1996).

Skema yang mewakili gambaran proses pemisahan dengan membran ditunjukkan pada gambar 2.1. Fase I biasanya dikatakan sebagai umpan atau fase sisi aliran atas, sedang fase II dikatakan sebagai permeat atau sisi aliran bawah.

Sebenarnya membran sudah merupakan bagian integral dalam kehidupan kita sehari-hari. Seluruh sel-sel penyusun makhluk hidup, termasuk sel-sel penyusun tubuh kita, dibungkus dengan membran. Membran sel bersifat sangat selektif sehingga hanya zat-zat tertentu saja yang dapat melaluinya (Wenten, 2000).



Sumber : Mulder Tahun 1996

Gambar 2.1 Sistem Dua Fase yang Dipisahkan oleh Membran (Mulder,1996)

Membran memiliki pori dengan ukuran tertentu, untuk mikrofiltrasi antara 0,1 μ m dan ultrafiltrasi 2-100 nm. Selektifitas dari material membran ditentukan oleh ukuran pori. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kinerja dari membran antara lain: adsorpsi, kestabilan kimia dan lain-lain. Selain itu ketebalan lapisan struktur membran dapat mempengaruhi konsentrasi fluks yang dihasilkan, dimana semakin tebal membran maka fluks yang dihasilkan kecil (Wenten, 2000).

2.1.2 Klasifikasi Membran

Membran dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai aspek. Berdasarkan asalnya membran dibagi menjadi membran alami dan sintetik. Berdasarkan gaya dorongnya, membran dapat dibedakan dari gaya dorong yang digunakan: beda tekanan (mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, *reverse osmosis* dan *piezodialisis*), beda konsentrasi (pemisahan gas, *pervaporasi*, *liquid membran*, dialisis), termal (membran destilasi, thermo osmosis), dan gaya elektrik (elektrodialisis) (Wenten, 2000).

Ada berbagai jenis proses membran dengan gaya dorong tekanan, diantaranya sebagai berikut:

a. Mikrofiltrasi

membran mikrofiltrasi tidak dapat merejeksi garam-garam. Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi memiliki ukuran pori antara 0,05 sampai 10 μ m. Mikrofiltrasi digunakan pada berbagai macam aplikasi di Industri, terutama untuk pemisahan partikel berukuran $> 0,1 \mu$ m dari larutannya.

b. Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi berada di antara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 1 μ m sampai 1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya. Membran ultrafiltrasi merupakan membran *porous*, dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi oleh ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap ukuran pori membran. Berat Molekul

yang dapat ditolak oleh membran ultrafiltrasi berkisar antara 10^4 - 10^8 Dalton (Mulder, 1996).

c. *Reverse Osmosis*

Membran *reverse osmosis* (RO) 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* dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. Hal ini menyebabkan tekanan operasi pada RO akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran reverse osmosis memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan *dense* serta matrik penyokong dengan tebal 50 sampai 150 μm (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. Berdasarkan 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. Transpor 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 hidrodinamiknya 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 poliamida, polisulfon, selulosa asetat dan

lain sebagainya. Pada prinsipnya proses membran ultrafiltrasi telah banyak digunakan untuk memisahkan molekul-molekul besar dari molekul-molekul kecil. Aplikasinya banyak ditemukan dalam berbagai bidang industri seperti makanan, tekstil, farmasi, industri kertas, dan masih banyak lagi yang lain (Mulder, 1996).

Aplikasi teknologi membran ini banyak ditemukan dalam berbagai industri makanan, minuman, *dairy* (pemekatan susu, pembuatan keju, dan pengambilan protein), tekstil, farmasi, industri kertas, dan masih banyak lagi yang lain. Salah satunya untuk dapat menghasilkan air bersih dengan syarat kualitas air minum. Air minum dimasukkan ke bejana yang berisi membran semipermeabel, dengan memberikan tekanan. Ini merupakan proses fisis yang memisahkan zat terlarut dari pelarutnya. Membran hanya dilalui pelarut, sedangkan terlarutnya, baik elektrolit maupun organik, akan direjeksi, juga praktis untuk menghilangkan zat organik. Kontaminan lainnya seperti koloid akan tertahan oleh struktur pori yang berfungsi sebagai penyaring (*sieve*) molekul BM nominal. Membran ini juga digunakan untuk hemodialisis pada bidang kedokteran. Membran hemodialisis merupakan jenis membran ultrafiltrasi dengan ukuran pori yang lebih kecil dan memiliki nilai *cut-off* 5-10 kDa. Membran yang dipakai untuk ultrafiltrasi mempunyai struktur membran berpori dan asimetrik.

Keunggulan membran dibandingkan dengan pengolahan secara konvensional dalam pengolahan air minum antara lain (Wenten, 2000) yaitu memerlukan energi yang lebih rendah untuk operasi dan pemeliharaan, desain dan konstruksi untuk sistem dengan skala kecil, peralatannya modular sehingga mudah di *scale up* (peningkatan skala operasi), dan tidak butuh kondisi ekstrim (temperatur dan pH). Walaupun demikian, membran mempunyai keterbatasan seperti terjadinya fenomena polarisasi konsentrasi dan *fouling* yang menjadi pembatas bagi volume larutan umpan yang dihasilkan dan juga keterbatasan umur membran.

2.3 Material Membran

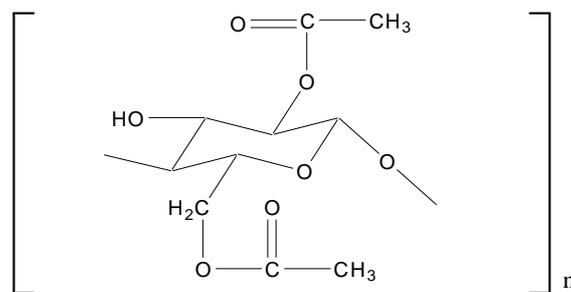
Umumnya material membran terbentuk dari bahan polimer. Pemilihan polimer sebagai bahan baku membran dilakukan berdasarkan faktor strukturnya. Setiap faktor struktural ini akan menentukan sifat termal, kimia, dan mekanik. Hal tersebut akan mempengaruhi sifat intrinsik polimer, yaitu permeabilitas. Dengan demikian faktor struktur seperti berat molekul, fleksibilitas rantai, interaksi rantai akan mempengaruhi sifat material membran.

Dasarnya semua polimer dapat digunakan sebagai material membran, tetapi karena perbedaan sifat fisik dan kimia yang sedemikian banyaknya sehingga jumlahnya hanya dibatasi untuk penggunaan praktis. Polimer untuk membran dibagi menjadi dua kelompok yaitu membran dengan pori terbuka yang dipakai untuk ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi dan membran nonpori padat yang dipakai untuk pemisahan gas dan prevaporasi (Mulder, 1996).

2.3.1 Selulosa Asetat

Bahan dasar selulosa asetat (CA) adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakrida yang tersusun atas satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida $\beta - 1,4$ antar molekul glukosa penyusunnya. Selulosa membentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan. Kekuatan selulosa disebabkan oleh struktur keseluruhannya. 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 ikatan hidrogen (Fessenden, 1989). Berat molekulnya bervariasi antara 500-1.500 kDa yang tiap unitnya mempunyai berat molekul antara 3-9 kDa. 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). Struktur selulosa asetat seperti pada gambar 2.2.

Selulosa asetat merupakan ester yang paling penting yang berasal dari asam organik. Sifat-sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusi yang berperan terhadap kecocokannya dengan pembuatan plastik maupun terhadap 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 dengan aseton, termoplastik, warna yang bagus, dan stabil (Mark et al, 1968).



Gambar 2.2 Selulosa asetat

Sumber : Saunders, 1994

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 ultrafiltrasi antara lain selektifannya cukup tinggi sehingga materi-materi yang kecilpun dapat ditahan (Mulder, 1996).

Selulosa asetat merupakan salah satu material membran yang digunakan untuk preparasi membran mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi, dan reverse osmosis. Penelitian-penelitian membran dengan menggunakan selulosa asetat sebagai material

membran telah banyak dilakukan diantaranya adalah *Cailing*, 2007 dan Mulijani, 2010. *Cailing* menggunakan selulosa asetat sebagai material membran dengan konsentrasi 16 wt% dengan penambahan surfaktan non ionik pada larutan polimernya. Mulijani juga menggunakan material selulosa asetat dengan konsentrasi 9 wt% dengan penambahan surfaktan kationik pada larutan polimernya.

2.3.2 Dimetil Ftalat

Dimetil ftalat mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{10}O_4$. Nama lain dari dimetil ftalat adalah asam 1,2-benzendikarboksilat dimetil ester, asam ftalat dimetil ester, dimetil 1,2-benzendikarboksilat, DMP, *Palatinol M*, *fermine*, *Avolin*, *Mipax* (Anonim, 2011).

Dimetil ftalat digunakan sebagai plastisizer untuk nitroselulosa dan selulosa asetat, resin dan karet alam. Dimetil ftalat juga digunakan sebagai bahan bakar roket, pernis, karet alam, pelindung gelas dan bubuk pencetak (*Molding powder*). Dimetil ftalat larut dalam alkohol, eter dan kloroform dan tidak larut dalam air, PE dan hidrokarbon paraffin lainnya. Dimetil ftalat juga mudah terbakar. Dalam bentuk gas dimetil ftalat akan bereaksi dengan OH radikal (Anonim, 2011).

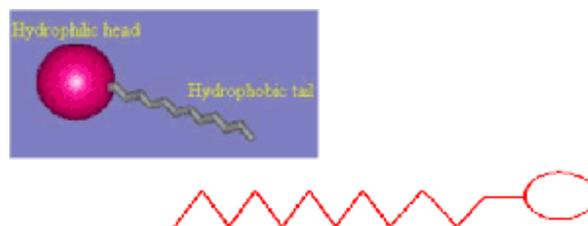
2.4 Surfaktan

Surfaktan adalah produk industri kimia yang mempunyai kegunaan yang luas, antara lain dalam minyak, obat-obatan, detergen, *drieling muds* yang digunakan untuk melindungi petroleum, flotasi dan sebagainya. Akhir-akhir ini surfaktan telah menjadi subyek penelitian yang intensif oleh para peneliti dalam bidang-bidang kinetika kimia dan biokimia, karena sifat dari bentuk polimernya yang menarik (Porter, 2000).

Bahan aktif permukaan atau surfaktan adalah bahan yang pada konsentrasi rendah dalam suatu sistem mempunyai sifat terserap di atas permukaan (*surface*) atau antar permukaan (*interface*) dari sistem dan mengubah energi bebas permukaan atau

antar permukaan hingga suatu tingkat yang teramati. Surfaktan selalu menurunkan energi bebas permukaan, walaupun untuk tujuan khusus dapat dibuat sebaliknya. Efek-efek ini dikenal sebagai aktif permukaan (*surface* aktif). Istilah antar permukaan (*interface*) menunjukkan batas antara dua fasa yang tidak bercampur, sedang istilah permukaan (*surface*) menunjukkan *interface* yang salah satu fasanya adalah gas, biasanya udara (Porter, 2000).

Energi bebas di atas permukaan adalah jumlah usaha atau kerja minimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu luas area dari *interface* tersebut. Energi bebas antar permukaan per satuan luas area merupakan besaran yang diukur ketika menentukan tegangan di antara dua fasa. Tegangan muka ini adalah jumlah usaha yang minimum untuk menghasilkan suatu luas area dari *interface* untuk memperluasnya dengan suatu luas area (Porter, 2000).



Sumber : Salager, 2002

Gambar 2.3 Molekul Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan suatu molekul *amphipatic* atau *amphiphilic* yang mengandung gugus hidrofilik dan lipofilik dalam satu molekul yang sama. Secara umum kegunaan surfaktan adalah untuk menurunkan tegangan permukaan, tegangan antarmuka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi dan mengontrol jenis formasi emulsi, yaitu misalnya *oil in water* (O/W) atau *water in oil* (W/O).

Surfaktan memiliki struktur molekul yang khas, karena adanya gugus yang mempunyai tarikan yang sangat kecil terhadap pelarut, dikenal sebagai gugus liofobik, bersama-sama dengan gugus yang mempunyai tarikan yang kuat terhadap

pelarut disebut gugus liofilik. Ini dikenal sebagai struktur amfifotik atau amfilik. Apabila surfaktan terlarut dalam suatu pelarut, adanya bagian liofobik di bagian dalam pelarut tersebut menyebabkan terjadinya distorsi struktur cairan pelarut tersebut, yaitu menaikkan energi bebas dari sistem tersebut. Di dalam larutan air surfaktan distorsi air disebabkan oleh bagian liofobik (hidrofobik) surfaktan, dan menghasilkan kenaikan energi bebas sistem. Hal ini berarti kerja yang dibutuhkan untuk membawa molekul surfaktan ke permukaan lebih kecil dari pada kerja yang dibutuhkan untuk membawa molekul air ke permukaan. Hal inilah yang menyebabkan senyawa surfaktan pada suatu sistem cairan cenderung terkonsentrasi pada permukaan. Karena kerja yang diperlukan untuk membawa molekul surfaktan ke permukaan lebih kecil, berarti adanya surfaktan menurunkan kerja yang diperlukan untuk membawa unit luas permukaan (energi bebas permukaan atau tegangan permukaan). Adanya gugus liofilik (hidrofilik) mencegah keluarnya surfaktan secara sempurna dari pelarut sebagai fasa terpisah (Salager, 2002).

2.4.1 Klasifikasi Surfaktan

Surfaktan dibagi menjadi empat bagian penting dan digunakan secara meluas pada hampir semua sektor industri modern. Jenis-jenis surfaktan tersebut adalah surfaktan anionik, surfaktan kationik, surfaktan nonionik dan surfaktan amfoterik (Porter, 2000).

- a. Surfaktan anionik adalah senyawa yang bermuatan negatif dalam bagian aktif permukaan (*surface-active*) atau pusat hidrofobiknya (misalnya RCOO-Na , R adalah *fatty hydrophobe*).
- b. Surfaktan kationik adalah senyawa yang bermuatan positif pada bagian aktif permukaan (*surface-active*) atau gugus antar muka hidrofobiknya (*hydrophobic surface-active*).
- c. Surfaktan nonionik adalah surfaktan yang tidak bermuatan atau tidak terjadi ionisasi molekul.

- d. Surfaktan amfoterik adalah surfaktan yang mengandung gugus anionik dan kationik, dimana muatannya bergantung kepada pH, pada pH tinggi dapat menunjukkan sifat anionik dan pada pH rendah dapat menunjukkan sifat kationik.

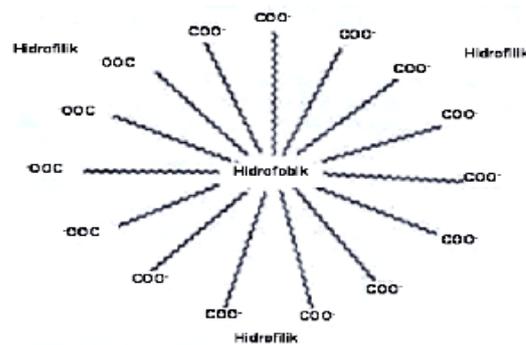
Surfaktan berbasis bahan alami dapat dibagi ke dalam empat kelompok dasar, Yaitu ; (a) berbasis minyak-lemak, seperti monogliserida, digliserida, dan poligliserol ester, (b) berbasis karbohidrat, seperti alkil poliglukosida dan N-metil glukamida, (c) ekstrak bahan alami, seperti lesitin dan saponin, serta (d) biosurfaktan yang diproduksi oleh mikroorganisme, seperti rhamnolipid dan sophorolipid (Flider, 2001 dalam <http://seafast.ipb.ac.id>).

Larutan surfaktan dalam air menunjukkan perubahan sifat fisik yang mendadak pada daerah konsentrasi yang tertentu. Perubahan yang mendadak ini disebabkan oleh pembentukan agregat atau penggumpalan dari beberapa molekul surfaktan menjadi satu, yaitu pada konsentrasi kritik misel (KKM). Waktu konsentrasi kritik misel terjadi penggumpalan atau agregasi dari molekul-molekul surfaktan membentuk misel. Misel biasanya terdiri dari 50 sampai 100 molekul asam lemak dari sabun.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai KKM. deret homolog surfaktan rantai hidrokarbon, nilai KKM bertambah dua kali dengan berkurangnya satu atom C dalam rantai. Gugus aromatik dalam rantai hidrokarbon akan memperbesar nilai KKM dan juga memperbesar kelarutan. Adanya garam menurunkan nilai KKM surfaktan ion. Penurunan KKM hanya bergantung pada konsentrasi ion lawan, yaitu makin besar konsentrasinya makin turun KKM-nya. Secara umum misel dibedakan menjadi dua, yaitu struktur lamelar dan struktur sterik.

Karena pada KKM terjadi penggumpalan dari molekul surfaktan, maka cara penentuan KKM dapat menggunakan cara-cara penentuan besaran fisik yang menunjukkan perubahan dari keadaan ideal menjadi tak ideal. Di bawah KKM larutan menjadi bersifat ideal. Sedangkan di atasnya KKM larutan bersifat tak ideal.

Besaran fisik yang dapat digunakan ialah tekanan osmosa, titik beku larutan, hantaran jenis atau hantaran ekivalen, kelarutan solubilisasi, indeks bias, hamburan cahaya, tegangan permukaan, dan tegangan antarmuka.

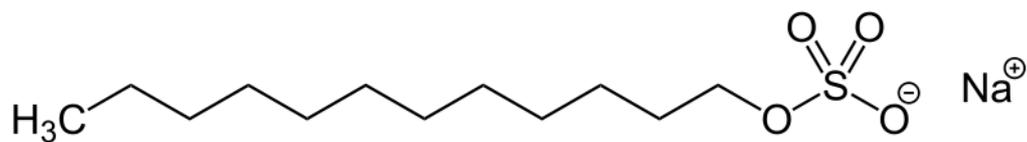


Sumber : salvager, 2002

Gambar 2.4 Struktur Molekul Surfaktan dalam suatu Sistem Emulsi

2.4.2 Sodium Dodesil Sulfat

Sodium dodesil sulfat (SDS atau NaDS) atau *Sodium lauryl sulfat* ($C_{12}H_{25}SO_4Na$) adalah surfaktan anionik yang digunakan dalam produk industri seperti produk pembersih lantai, sabun pencuci mobil, dan beberapa kebutuhan rumah tangga seperti sabun, pasta gigi, sampo, dan lain-lain. Molekul ini mempunyai bagian hidrofobik yang mengandung 12 atom karbon dan yang mengikat gugus sulfat yang menjadikannya sebagai senyawa amfifilik. Struktur senyawa ini adalah:



Sumber : salager, 2002

Gambar 2.5 Struktur sodium dodesil sulfat

Sodium lauryl sulfat adalah nama pasaran dari sodium dodesil sulfat yang merupakan surfaktan anionik. Seperti semua jenis surfaktan untuk deterjen (termasuk sabun), *sodium lauryl sulfat* dapat menghilangkan lemak dari kulit, tetapi dapat

menyebabkan iritasi pada mata. Konsentrasi kritis misel (KKM) dalam air murni pada temperatur 25°C adalah 0,0082 M, dan jumlah agregatnya biasanya sekitar 50, derajat ionisasi miselnya (α) sekitar 0,3 (or 30%) (www.wikipedia.com). Sifat fisik dan kimia dari SDS ditunjukkan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Fisik Sodium Dodesil Sulfat

| Rumus Molekul | $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$ |
|---------------------|---|
| Sifat Fisik | Serbuk putih |
| Berat Molekul | 288,38 g mol ⁻¹ |
| Massa Jenis | 1,01 g/cm ³ |
| Titik Leleh | 204-207 °C |
| Kelarutan dalam air | 150 (g/l) |
| pH | 9 - 10 (1% Aq.Sol) |

Sumber : Salager, 2002

Sodium dodesil sulfat (SDS), yang diperoleh dari proses sulfasi *lauryl* alkohol dan reaksi netralisasi dengan natrium karbonat, adalah surfaktan yang bersifat ampifilik karena memiliki rantai C₁₂ (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik). Dengan adanya dua gugus fungsi dalam satu molekul, SDS sangat bermanfaat sebagai pembersih dan deterjen. SDS juga digunakan sebagai suatu agen pembasah di dalam produk tekstil, pembuatan sabun, pengemulsi kosmetika, dan pasta gigi.

2.5 Teknik Pembuatan Membran

Teknik-teknik yang digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering*, *stretching*, *track-etching*, *template-leaching* 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 adalah suatu proses perubahan 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*). selama proses *demixing*, salah satu fasa cair (fasa polimer konsentrasi tinggi) akan memadat sehingga akan terbentuk matriks padat. Pengendalian tahap awal transisi fasa akan menentukan morfologi membran yang dihasilkan.

2.6 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*). Selama *demixing*, salah satu dari fase cairan tersebut (fase polimer berkonsentrasi tinggi) akan menjadi padat sehingga terbentuk matriks padatan. Dengan mengontrol tahap awal transisi, maka morfologi membran juga dapat dikontrol. Beberapa teknik presipitasi pada inversi fasa yaitu: presipitasi dengan penguapan pelarut, presipitasi fase uap, presipitasi dengan penguapan terkendali, presipitasi termal, presipitasi imersi (Mulder, 1996).

a. *Presipitasi 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. *Presipitasi fase uap*

Metode ini dilakukan 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. *Presipitasi 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. *Presipitasi 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.

e. *Presipitasi Imersi*

Metode presipitasi 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.

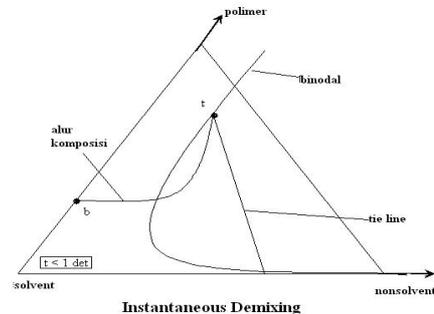
Pembuatan membran selulosa asetat dalam penelitian ini menggunakan metode presipitasi imersi. Syarat ini dimaksudkan agar dapat terjadi *liquid-liquid demixing*. *Demixing* ini merupakan proses awal pepadatan untuk membentuk membran. Di dalam proses *demixing* akan terjadi pertukaran pelarut dengan nonpelarut pada membran tersebut. Pertukaran pelarut ini menyebabkan polimer tersebut membentuk matriks padatan dan menjadi membran. Proses *demixing* dibedakan menjadi dua mekanisme:

- *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 2.6). *Binodal* adalah garis kesetimbangan dua fase. Jika mekanisme *instantaneous demixing* terjadi maka membran yang terbentuk adalah membran berpori.

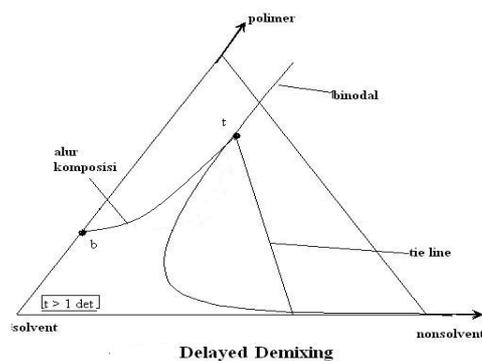
- *Delayed demixing*

Delayed demixing berarti *demixing* terjadi beberapa saat setelah polimer dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Mekanisme ini tidak memotong *binodal* pada diagram tiga fase (gambar 2.7). Membran yang terbentuk adalah membran tidak berpori.



Sumber : Wenten Tahun 2000

Gambar 2.6 Binodal Instantaneous Demixing



Sumber : Wenten Tahun 2000

Gambar 2.7 Binodal Delayed Demixing

Parameter-parameter yang berpengaruh dalam proses pembentukan struktur membran yang dihasilkan antara lain adalah pemilihan polimer, konsentrasi larutan polimer, pemilihan sistem pelarut-nonpelarut, waktu penguapan larutan polimer, penambahan zat aditif, komposisi bak koagulasi.

a) Pemilihan 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, serta kekuatan mekanik.

b) Konsentrasi larutan polimer

Kenaikkan konsentrasi awal polimer pada larutan *dope* akan menaikkan konsentrasi polimer pada lapisan antarmuka membran. Kenaikan fraksi volume polimer akan menurunkan porositas membran, artinya fluks yang dihasilkan rendah. Untuk membran ultrafiltrasi, konsentrasi polimer yang digunakan umumnya berkisar antara 10-30% berat, 12-15% (Wenten, 2000).

c) Pemilihan 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 fase.

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. Pada 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, *instaneous demixing* akan terjadi karena jalur komposisi awal akan memotong binodal.

e) *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, jumlah dan interkoneksi antar pori dalam membran (Kesting, 1971). Selain itu penambahan surfaktan dalam larutan polimer dapat meningkatkan sifat hidrofisilitas membrane dan dapat menurunkan sudut kontak air (Mulijani, 2010).

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 pembentukan pori. Saat pori terbentuk, pelarut berada dalam pori-pori tersebut, kemudian didesak 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). Fauzia (2006) telah meneliti pengaruh waktu penguapan terhadap karakteristik membran. Dalam penelitian tersebut menyebutkan bahwa semakin lama waktu penguapan maka kerapatan membran semakin meningkat.

2.7 Karakterisasi Membran

2.7.1 Sifat Fisik dan Kimia Membran

a. *Uji Densitas*

Densitas suatu membran polimer dapat ditentukan dengan cara mengukur berat membran polimer dibagi dengan volume membran polimer tersebut atau dengan kata lain dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Densitas = \frac{\text{Berat film membran CA (gram)}}{\text{Volume film membran CA (cm}^3\text{)}} \quad (2.1)$$

b. *Uji derajat Swelling*

Swelling dapat ditentukan dengan mengukur berat kesetimbangan membran melalui proses penyerapan terhadap air sampai didapatkan berat kesetimbangan yang konstan. Secara keseluruhan *swelling* dapat ditentukan melalui persamaan 2.2

$$\% \text{ swelling} = \frac{\text{berat kesetimbangan} - \text{berat awal}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad (2.2)$$

c. Uji Sudut kontak

Sudut kontak membran selulosa asetat dapat ditemukan dari gaya keseimbangan pada garis kontak antara cairan dan padatan. Sudut kontak membran selulosa asetat dapat ditentukan dengan cara manual yaitu dengan menggunakan kamera. Sudut kontak membran dapat menentukan sifat hidrofisilitas dari suatu membran (Atkin, 1989).

Persamaan dasar untuk pengukuran tegangan permukaan padat, dengan mengukur sudut kontak, yang diberikan persamaan *young* :

$$\gamma_{s1} = \gamma_{sv} - \gamma_{zv} \cos \theta_0 \quad (2.4)$$

Besaran-besaran dari persamaan *young* adalah tegangan antarmuka masing-masing dari padat/gas, padat/cair, dan cair/gas serta γ_c adalah sudut kontak keseimbangannya.

d. Uji FTIR

Uji FTIR digunakan untuk mengetahui ada tidaknya SDS di dalam membran selulosa asetat. Prinsip dasar dari FTIR adalah Penyerapan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan terjadinya eksitasi tingkat energi dalam molekul. Dapat berupa eksitasi elektronik, vibrasi, atau rotasi.

2.7.2 Kinerja Membran

Kinerja dari membran ultrafiltrasi ditentukan oleh dua parameter yaitu fluks dan selektifitas yang melalui membran. Fluks 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 dapat dinyatakan dalam persamaan 2.5.

$$J_v = \frac{V}{A.t} \quad (2.5)$$

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 suatu larutan, 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. Pada proses deformasi ini terjadi pemadatan pori film, sehingga nilai fluks menjadi turun. Hasil uji fluks yang dialurkan terhadap tekanan dipakai untuk menentukan permeabilitas air. Permeabilitas ditentukan oleh persamaan 2.6 (Mulder, 1996).

$$J_v = L_p \Delta P \quad (2.6)$$

Dimana:

| | |
|------------|--|
| J_v | = fluks air ($L/m^2.jam$) |
| L_p | = permeabilitas air ($L/m^2.jam.atm$); dan |
| ΔP | = perubahan tekanan. |

Dari persamaan ini terlihat bahwa fluks air berbanding langsung dengan perubahan tekanan. Jika fluks air dialurkan terhadap perubahan tekanan akan diperoleh kemiringan kurva yang merupakan nilai dari permeabilitas air.

Permeabilitas membran terhadap campuran secara umum dinyatakan oleh satu dari dua parameter yaitu faktor retensi (R) atau faktor pemisahan (α). Dalam campuran larutan encer yang terdiri dari pelarut (sebagian besar air) dan zat terlarut lebih sesuai dinyatakan dengan retensi terhadap zat terlarut. Zat terlarut sebagian atau

secara sempurna ditahan sedang molekul pelarut (air) dengan bebas melalui membran. Retensi dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$R = (1 - C_p/C_r) \times 100 \% \quad (2.7)$$

dimana :

C_r = konsentrasi retentat C_p = konsentrasi permeat

R = parameter yang tidak berdimensi

Karena R merupakan faktor yang tidak berdimensi, maka R tidak berpengaruh oleh unit konsentrasinya. Nilai R berkisar antara 100% (jika zat terlarut dapat ditahan secara sempurna) dan 0% (jika zat terlarut dan pelarut melalui membran secara bebas) (Mulder, 1996).

Nilai rejeksi membran berkaitan dengan nilai MWCO (*molecular weight cut-off*). *Molecular Weight Cut-off* didefinisikan sebagai parameter yang menyatakan berat molekul komponen terlarut yang sebanyak 90% direjeksi oleh membran. Nilai *cut-off* pada membran sering dinyatakan sebagai suatu model yang absolut.

Kerja membran pada kondisi nyata tidak akan sama dengan sifat intrinsik membran. Hal ini dikarenakan pada kondisi nyata kerja membran sangat dipengaruhi oleh adanya polarisasi konsentrasi dan *fouling*. Makromolekul yang ditolak oleh membran akan berakumulasi di permukaan membran sehingga konsentrasinya meningkat. Jika kondisi lunak, aliran konvektif zat terlarut ke membran akan sama dengan difusi balik dari membran. Peningkatan tekanan tidak akan memperbesar fluks karena tahanan pada lapisan pembatas akan meningkat (Wenten, 2000).

2.8 Spektrometri Infra Merah

Metode spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan (*absorption*), teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*). Komponen medan listrik yang banyak berperan dalam spektroskopi umumnya hanya komponen medan listrik seperti dalam fenomena transmisi, pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Penemuan infra merah ditemukan pertama

kali oleh William Herschel pada tahun 1800. Penelitian selanjutnya diteruskan oleh Young, Beer, Lambert dan Julius melakukan berbagai penelitian dengan menggunakan spektroskopi infra merah. Tahun 1892 Julius menemukan dan membuktikan adanya hubungan antara struktur molekul dengan inframerah dengan ditemukannya gugus metil dalam suatu molekul akan memberikan serapan karakteristik yang tidak dipengaruhi oleh susunan molekulnya. Penyerapan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan terjadinya eksitasi tingkat-tingkat energi dalam molekul. Dapat berupa eksitasi elektronik, vibrasi, atau rotasi. Rumus yang digunakan untuk menghitung besarnya energi yang diserap oleh ikatan pada gugus fungsi adalah :

$$E = h \cdot \nu = h \cdot C / \lambda = h \cdot C \cdot \nu \quad (2.8)$$

Dimana :

- E = energi yang diserap
- h = tetapan Planck = $6,626 \times 10^{-34}$ Joule.det λ = panjang gelombang
- ν = bilangan gelombang
- ν = frekuensi
- C = kecepatan cahaya = $2,998 \times 10^8$ m/det

Berdasarkan pembagian daerah panjang gelombang (Tabel 2.2), sinar inframerah dibagi atas tiga daerah yaitu:

- a. Daerah infra merah dekat
- b. Daerah infra merah pertengahan
- c. Daerah infra merah jauh

Pembagian daerah spektrum elektromagnetik tersebut di atas, daerah panjang gelombang yang digunakan pada alat spektroskopi inframerah adalah pada daerah inframerah pertengahan, yaitu pada panjang gelombang 2,5–50 μ m atau pada bilangan gelombang 4000–200 cm^{-1} . Daerah tersebut adalah cocok untuk perubahan energi vibrasi dalam molekul. Daerah inframerah yang jauh (400-10 cm^{-1}), berguna untuk

molekul yang mengandung atom berat, seperti senyawa anorganik tetapi lebih memerlukan teknik khusus percobaan.

Tabel 2.2 Daerah panjang gelombang

| Jenis | Panjang Gelombang | Interaksi | Bilangan Gelombang |
|-------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|
| Sinar gamma | < 10 nm | Emisi inti | |
| Sinar X | 0.01-100 Å | Ionisasi Atomik | |
| Ultra ungu (UV) jauh | 10-200 nm | Transisi elektronik | |
| Ultra ungu (UV) dekat | 200-400 nm | Transisi elektronik | |
| Sinar tampak | 400-750 nm | Transisi elektronik | 25000-13000 cm ⁻¹ |
| Infra merah dekat | 0,75-2,5 µm | Interaksi ikatan | 13000-4000 cm ⁻¹ |
| Infra merah pertengahan | 2,5-50 µm | Interaksi ikatan | 4000-200 cm ⁻¹ |
| Infra merah jauh | 50-1000 µm | Interaksi ikatan | 200-10 cm ⁻¹ |
| Gelombang mikro | 0,1-100 cm | Serapan inti | 10-0,01 cm ⁻¹ |
| Gelombang radio | 1-1000 m | Serapan Inti | |

Metode Spektroskopi inframerah ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang belum diketahui, karena spektrum yang dihasilkan spesifik untuk senyawa tersebut. Metode ini banyak digunakan karena:

- Cepat dan relatif murah
- Dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsional dalam molekul
- Spektrum infra merah yang dihasilkan oleh suatu senyawa adalah khas dan oleh karena itu dapat menyajikan sebuah *finger print* (sidik jari) untuk senyawa tersebut (Anonim, 2011).

2.9 Sudut kontak

Sudut kontak adalah sudut di mana antarmuka cair/ uap memenuhi permukaan padat. Sudut kontak spesifik untuk setiap sistem yang diberikan dan ditentukan oleh

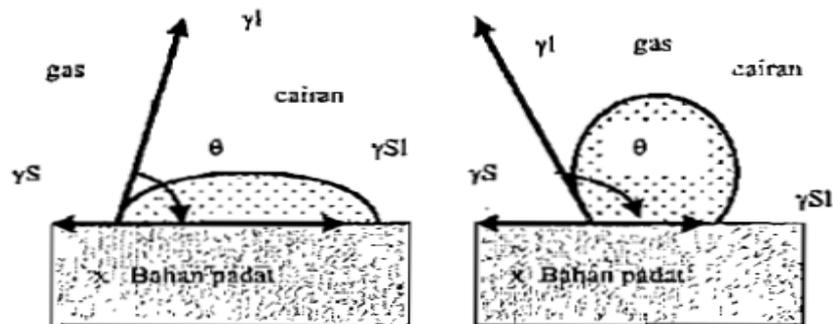
interaksi di tiga fase. Konsep sudut kontak diilustrasikan dengan tetesan cairan kecil pada permukaan padat yang datar dan horisontal. Bentuk tetesan ditentukan oleh persamaan *Young*. Sudut kontak memainkan peran sebagai kondisi batas dan diukur menggunakan goniometer (Anonim, 2011)

Pertimbangkan setetes cairan pada permukaan padat. Jika cairan tersebut sangat kuat tertarik ke permukaan padat (misalnya air pada padat sangat hidrofilik) tetesan benar-benar akan menyebar pada permukaan padat dan sudut kontak akan mendekati 0° . Kurang padatan sangat hidrofilik akan memiliki sudut kontak sampai 90° . Pada permukaan yang sangat hidrofilik banyak, tetesan air akan menunjukkan sudut kontak dari 0° sampai 30° . Jika permukaan padat adalah hidrofobik, sudut kontak akan lebih besar dari 90° . Pada permukaan yang sangat hidrofobik permukaan memiliki sudut kontak air setinggi 120° pada bahan energi yang rendah misalnya permukaan *fluorinate*. Namun, beberapa bahan dengan permukaan yang sangat kasar mungkin memiliki sudut kontak air yang lebih besar dari 150° . Ini disebut permukaan *superhydrophobic*. Kadang-kadang sudut kontak diukur melalui gas bukan melalui cairan (Anonim, 2011)

Air yang mengandung fluor tidak dapat tersebar atau terserap pada permukaan kain. Membuat air hampir berbentuk bulat seperti manik-manik pada kain (gambar 2.9).



Gambar 2.8 tetesan air yg mengandung fluor pada kain



Gambar 2.9 gambar sudut kontak permukaan benda padat

Berdasarkan gambar 2.9 ada tiga keadaan yang dapat dibedakan sesuai dengan persamaan 2.9-2.11

$$\gamma_s > \gamma_{sl} + \gamma_l \cos \theta \quad 2.9$$

$$\gamma_s < \gamma_{sl} + \gamma_l \cos \theta \quad 2.10$$

$$\gamma_s = \gamma_{sl} + \gamma_l \cos \theta \quad 2.11$$

Keterangan :

γ_s = tegangan permukaan bahan padat

γ_l = tegangan permukaan cairan

γ_{sl} = tegangan antar muka padat dengan cairan

θ = sudut kontak

Persamaan 2.9 menunjukkan suatu cairan tersebar pada permukaan padat, persamaan 2.10 menunjukkan suatu cairan tidak menyebar/mengkerut, dan persamaan 2.11 menunjukkan keseimbangan tetesan cairan pada permukaan.

Suatu keseimbangan yang stabil diperoleh dengan tersedianya permukaan yang ideal dan halus serta seragam. Jika permukaan zat tersebut kasar atau heterogen, maka sistem dalam keadaan tidak stabil dan pengukuran sudut kontak juga tidak stabil. Dalam hal ini sudut kontak tidak hanya tergantung pada tegangan permukaan tetapi juga tergantung pada kekasaran permukaan dan volume butir air (Wu,1982).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember mulai bulan Desember 2011 sampai Desember 2012.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

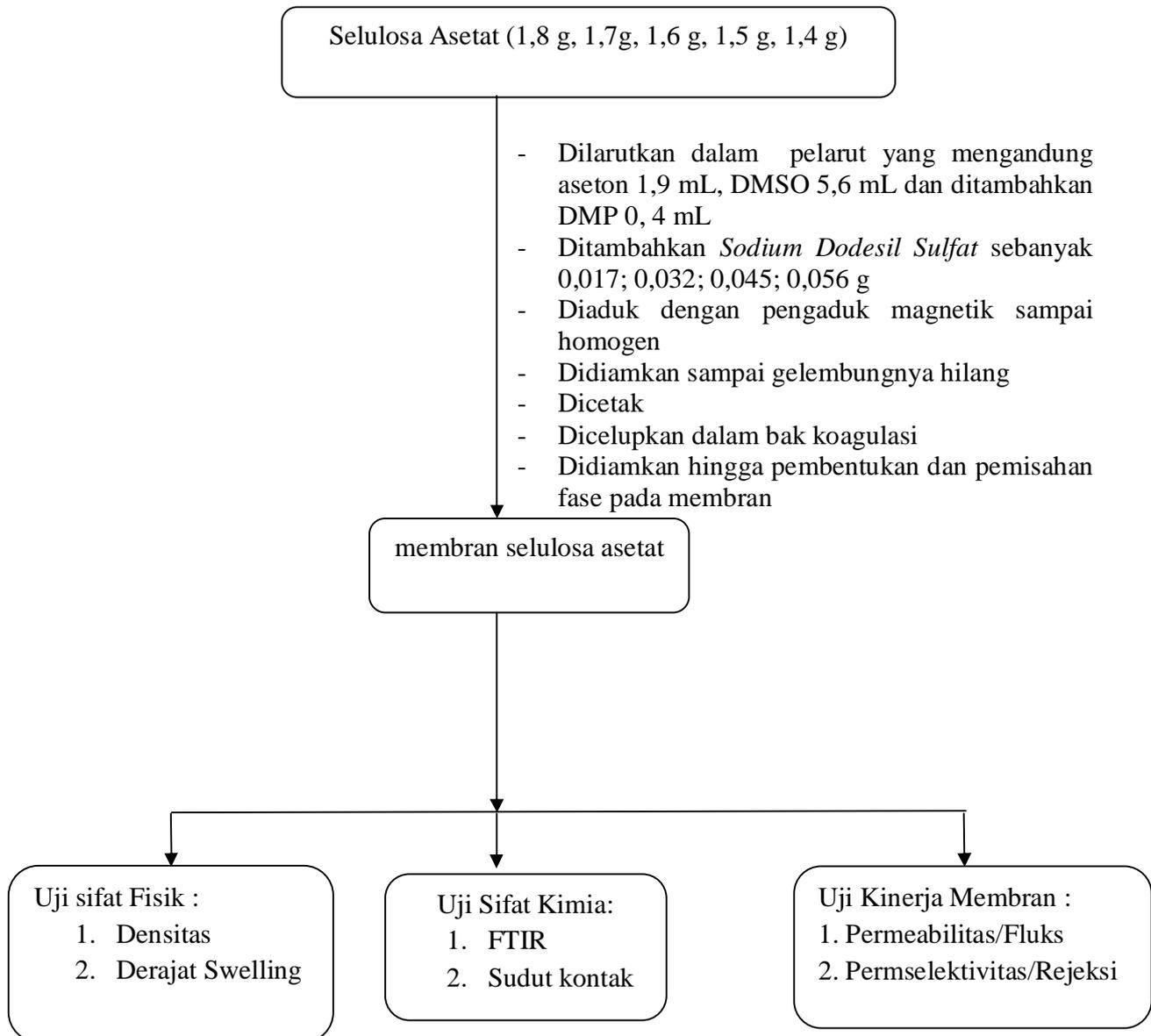
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : alat-alat gelas, aluminium foil, kertas saring, neraca analitis, mikrometer, botol semprot, pengaduk magnetik, alat pencetak membran (pelat kaca dan batang stainless steel), selotip elektrik, bak koagulasi, stopwatch, satu set alat ultrafiltrasi modul flat sistem *dead-end*, kompresor, spektrometer visible, konduktometer, FTIR *Shimadzu* tipe SBL-5kN, dan Kamera *Dyno Lite*.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : selulosa asetat merk sigma aldrich (BM=30 kDa), *sodium dodesil sulfat* (SDS) dari sigma, DMSO (merk Schuchardt; $\rho=1,11$ g/mL) dan *dimetil Ptalat* (DMP) (merk *Schuchardt* ; $\rho= 1.19$ g/mL, pa), aseton (merk Bratako; $\rho= 0.79$ g/mL, pa), aquades, dekstran (100-200 kDa) merk sigma aldrich, fenol 5% dan H_2SO_4 pekat merk *Schuchardt*.

3.3 Rancangan Penelitian

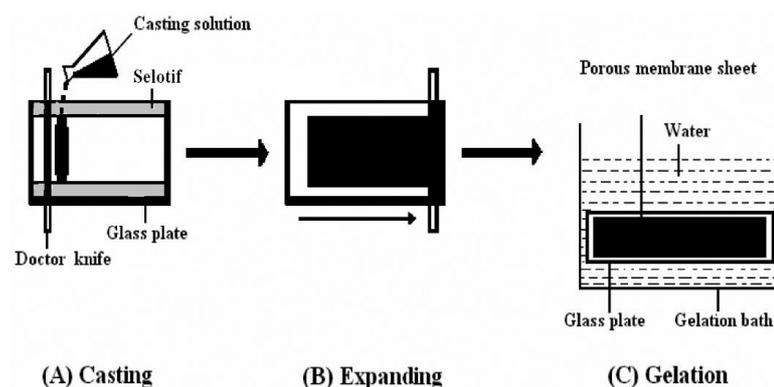
3.3.2 Preparasi dan Pengujian Membran Selulosa Asetat



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Membran

Pembuatan membran selulosa asetat ini menggunakan metode inversi fasa dengan teknik pencelupan. Selulosa asetat masing–masing sebanyak 1,8; 1,7; 1,6; 1,5; 1,4 g dilarutkan dalam 1,9 mL aseton ($\rho_{\text{aseton}} = 0,79 \text{ g/mL}$) dan DMSO sebanyak 5,6 mL, ditambahkan dimetil ftalat ($\rho = 1,19 \text{ g/mL}$, pa) sebanyak 0,4 mL, kemudian ditambahkan variasi *sodium dodesil sulfat* dengan variasi 0; 0,017; 0,032; 0,045; 0,056 g. Setelah itu diaduk dengan pengaduk magnetik sampai larutan polimer homogen. 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. Selanjutnya film membran dicelupkan dalam bak koagulasi hingga terjadi solidifikasi. Cara menghilangkan sisa pelarut dan aditif pada membran, membran dicuci dengan air (Nasir, 2000). Percobaan diulang dengan level konsentrasi polimer dan variasi surfaktan 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.



Gambar 3.1 Pembuatan membran pori asimetrik

3.4.2 Karakterisasi Membran Selulosa Asetat

Karakterisasi membran meliputi uji fisik yaitu uji kerapatan dan uji derajat *swelling*, uji sifat kimia yaitu uji FTIR dan uji sudut kontak, dan kinerja membran yaitu koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksi membran selulosa asetat.

a. Uji Densitas/kerapatan

Membran CA masing-masing ditimbang dalam keadaan kering, kemudian hasilnya dibagi dengan volume kering. Penentuan volume kering dilakukan dengan perkalian luas alas x tebal film. Angka kerapatan akan menunjukkan hubungan secara kualitatif dengan derajat kristalinitas material membran. Pengukuran kerapatan (ρ) dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.1

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

dimana :

$$\begin{aligned} W &= \text{berat film selulosa asetat (g)} \\ V &= \text{volume film (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

b. Uji Derajat Swelling

Pengujian derajat swelling dilakukan dengan menimbang membran dalam keadaan kering, kemudian merendam membran dari variasi penambahan surfaktan ke dalam air pada suhu kamar sampai tercapai kesetimbangan. Membran diangkat dan ditimbang kembali sebagai berat basah. Kemudian dihitung derajat swellingnya dengan persamaan (2.2).

c. Penentuan sudut kontak

Uji yang dilakukan adalah penentuan sudut kontak pada membran selulosa asetat. Uji ini dapat memberikan informasi tentang sifat hidrofisilitas membran selulosa asetat dengan berbagai macam variasi SDS (Sodium Dodesil Sulfat). Alat yang digunakan adalah kamera *Dyno Lite*, dengan cara membran selulosa asetat yang

sudah terbentuk ditetesi air kemudian di foto dengan perbesaran pada gambar tersebut. Pengujian dilakukan pada membran selulosa asetat dari berbagai variasi penambahan SDS (*Sodium Dodesil Sulfat*).

e. Uji FTIR

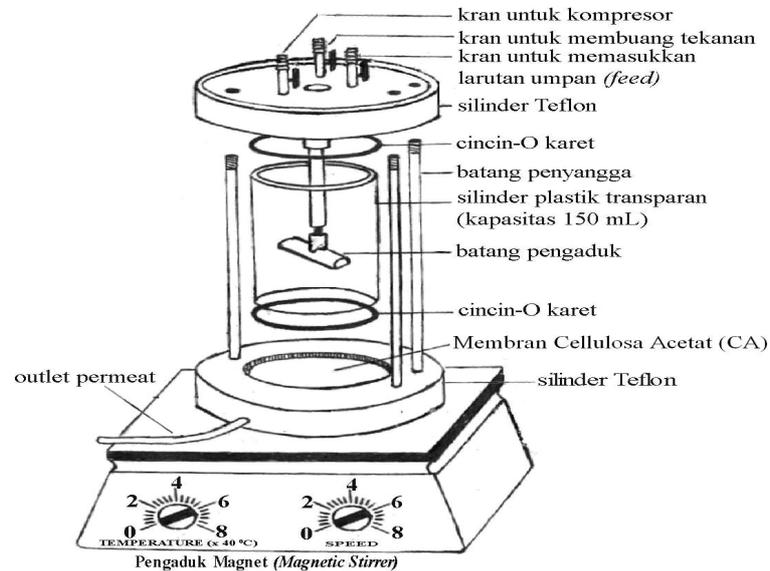
Uji yang dilakukan adalah penentuan struktur kimia dalam membran selulosa asetat. Uji ini dapat memberikan informasi mengenai komponen-komponen kimia yang ada dalam membran selulosa asetat, terutama ada tidaknya SDS (sodium dodesil sulfat) di dalam membran selulosa asetat. Uji FTIR ini menggunakan FTIR *Shimadzu* tipe SBL-5kN.

Karakterisasi kinerja membran selulosa asetat meliputi uji fluks, penentuan koefisien permeabilitas, dan koefisien rejeksi.

a. Uji Fluks Air

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

Waktu kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran pada tekanan 2 bar hingga diperoleh fluks air yang konstan. 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 permeat dicatat waktu yang diperlukan. Fluks volume ditentukan dengan persamaan (2.5). 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 (2.5).

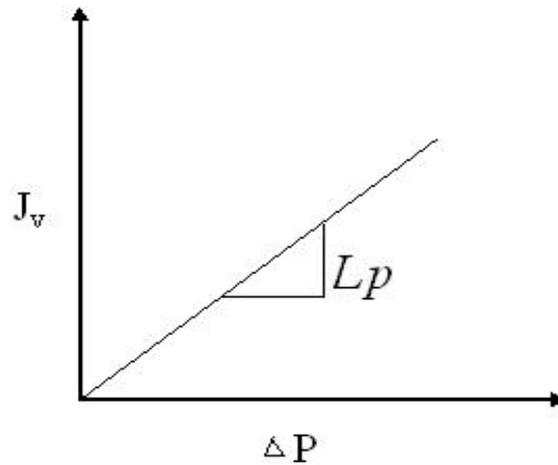


Gambar 3.2 Set alat ultrafiltrasi

Sumber: Indarti, 2008.

b. Uji Koefisien permeabilitas

Air sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi. Pengadukan menggunakan pengaduk magnetik dan kecepatan dijaga konstan. Setiap membran selulosa asetat dari berbagai variasi penambahan SDS (Sodium Dodesil Sulfat) diberi variasi tekanan yaitu 1; 1.5; 2; 2.5; dan 3 bar selama 1 jam. Berdasarkan perlakuan tersebut maka akan diperoleh nilai fluks (Pers. 2.5) untuk setiap tekanan pada masing-masing membran. Hasil pengukuran yang dihasilkan, kemudian dibuat grafik nilai perubahan tekanan (sebagai sumbu X) dan nilai fluks (sebagai sumbu Y). Nilai L_p (konstanta permeabilitas) ditentukan dari nilai slope yang didapatkan pada setiap grafik.



Gambar 3.3 Grafik penentuan nilai permeabilitas (L_p)

c. Penentuan koefisien rejeksi

Penentuan koefisien rejeksi ini dilakukan untuk menentukan membran yang dapat masuk dalam kategori membran ultrafiltrasi dengan menggunakan larutan dekstran BM 39 kDa dan 100-200 kDa. Masing-masing dekstran dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm yang kemudian dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi untuk diukur fluksnya dengan persamaan 3.2

$$J_v = \frac{V}{A \cdot t} \quad (3.2)$$

dimana:

$$\begin{aligned} J_v &= \text{fluks volume (L/m}^2\text{jam)} \\ A &= \text{luas permukaan (m}^2\text{)} \\ t &= \text{waktu (jam)} \end{aligned}$$

Konsentrasi dekstran pada bagian retentat dan permeat dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri, sebanyak 1 mL larutan dekstran pada bagian retentat ditambah 5% dan H₂SO₄ pekat. Perbandingan volume larutan dekstran: fenol 5%: H₂SO₄ pekat adalah 1:1:5 dan setelah itu di encerkan 25 ML

untuk 1 mL retentat yang dihasilkan. Pengenceran yang dilakukan menyesuaikan dengan permeat dan retentat yang dihasilkan. Kemudian absorbansi permeat dan retentat diukur pada serapan panjang gelombang 490 nm dengan *Spectronic 21D* (Piluharto, 2001). Koefisien rejeksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$R = (1-C_p/C_r) \times 100\% \quad (3.3)$$

Sebelum permeat dan retentat diukur, dibuat terlebih dahulu larutan standart dekstran untuk membuat kurva kalibrasi. Larutan standart yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan standart dekstran dengan konsentrasi 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40. Larutan ini diperoleh dari pengenceran larutan dekstran 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, dan 1000 ppm. Larutan ini diperoleh dari pengenceran larutan induk dekstran 1000 ppm. Larutan standart dekstran dengan variasi konsentrasi 100 sampai 1000 ppm tersebut ditambahkan fenol 5% dan H₂SO₄ dengan perbandingan 1:1:5 dan diencerkan dengan aquadest hingga 25 mL. Larutan standart yang sudah dibuat kemudian diukur absorbansinya sesuai dengan metode pengukuran diatas (Piluharto, 2001). Hasil pengukuran yang dihasilkan, kemudian dibuat kurva larutan standart antara konsentrasi dekstran (sumbu X) dengan absorbansi (sumbu Y). Berdasarkan kurva tersebut akan diperoleh persamaan garis yang digunakan untuk menentukan konsentrasi permeat dan retentat untuk menghitung koefisien rejeksinya.

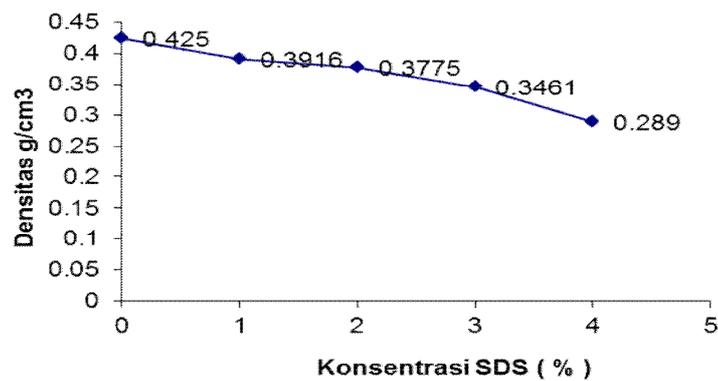
Koefisien rejeksi diukur dengan menentukan konsentrasi permeat dan retentat dari proses filtrasi. Dimana permeat dan retentat diberi perlakuan yang sama dengan larutan standart dekstran. Kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi dari permeat dan retentat dapat dihitung dengan mengkonversi hasil absorbansi yang diperoleh ke dalam persamaan garis pada kurva kalibrasi. Harga rejeksi dihitung dengan persamaan (3.3)

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Sifat Fisik Membran Selulosa Asetat

4.1.1 Densitas Membran Selulosa Asetat

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh penambahan SDS (sodium dodesil sulfat) kedalam larutan polimer membran selulosa asetat terhadap nilai densitas membran selulosa asetat yang dihasilkan.



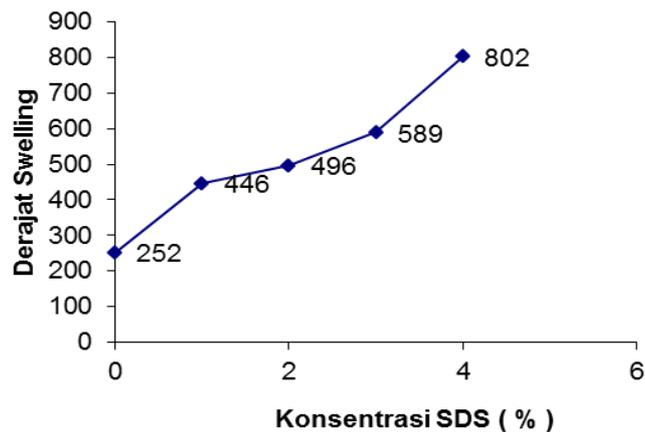
Gambar 4.1 Grafik pengaruh penambahan SDS terhadap densitas membran selulosa asetat.

Nilai densitas membran selulosa asetat semakin menurun dengan semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat. Membran non SDS atau 0% SDS memiliki nilai densitas yang paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi SDS yang lain yaitu mencapai 0,4250 g/cm³. Tingginya densitas membran dikarenakan tidak adanya SDS yang ditambahkan ke dalam komposisi larutan polimer membran selulosa asetat yang berfungsi sebagai agen pembentuk pori dan meningkatkan sifat hidrofilitas membran selulosa asetat, sehingga pori yang dihasilkan lebih rapat dibandingkan dengan membran selulosa asetat yang ditambahkan SDS pada larutan polimernya.

Penambahan SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat mempengaruhi nilai densitas membran selulosa asetat, nilai densitas membran selulosa asetat semakin rendah dengan penambahan SDS yang semakin besar ke dalam komposisi larutan polimernya. Gambar 4.1 menunjukkan nilai densitas membran selulosa asetat dengan penambahan 4% SDS sebesar $0,2890 \text{ g/cm}^3$, nilai densitas pada membran dengan penambahan 4% SDS merupakan nilai densitas yang paling kecil dibandingkan membran yang lain. Kecilnya nilai densitas yang dihasilkan dikarenakan besarnya konsentrasi SDS yang diberikan, dengan semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat, maka semakin banyak pula agen pembentuk pori yang ada, sehingga pori yang terbentuk juga semakin banyak, besar dan sifat hidrofilisitas membran selulosa asetat meningkat.

4.1.2 Derajat *Swelling* Membran Selulosa Asetat

Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh penambahan SDS (sodium dodesil sulfat) ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat terhadap nilai derajat swelling membran selulosa asetat yang dihasilkan.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh penambahan SDS terhadap derajat *swelling* membran selulosa Asetat

Nilai derajat *swelling* semakin meningkat seiring penambahan SDS yang semakin tinggi. Nilai *swelling* tertinggi dihasilkan pada membran selulosa asetat dengan penambahan 4% SDS yaitu 802%, sedangkan nilai *swelling* yang terendah dihasilkan pada membran non SDS atau 0% SDS yaitu dengan nilai 252%. Penambahan SDS ke dalam komposisi larutan polimer membran selulosa asetat berfungsi sebagai agen pembentuk pori dan meningkatkan sifat hidrofilisitas membran selulosa asetat, dengan semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat mengakibatkan semakin banyak dan besarnya ukuran pori yang terbentuk pada membran selulosa asetat. Besar dan banyaknya pori yang terbentuk mengakibatkan air mudah masuk, menyerap dan teradsorpsi pada ruang kosong membran selulosa asetat, sehingga meningkatkan nilai derajat *swelling* membran selulosa asetat. Mudahnya air masuk dan menyerap pada membran selulosa asetat juga dipengaruhi oleh meningkatnya sifat hidrofilisitas membran selulosa asetat seiring besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan. Meningkatnya sifat hidrofilisitas membran selulosa asetat dikarenakan SDS (Sodium Dodesil Sulfat) memiliki gugus polar pada salah satu ujungnya yaitu gugus SO_3^- , sifat kepolaran dari SDS ini dapat meningkatkan sifat hidrofilisitas dari membran selulosa asetat, sehingga dengan semakin banyaknya SDS yang ditambahkan maka sifat hidrofilisitasnya semakin meningkat.

Nilai densitas membran selulosa asetat yang dihasilkan berhubungan dengan derajat *swelling* membran selulosa asetat. Densitas membran selulosa asetat yang dihasilkan berbanding terbalik dengan derajat *swelling* membran selulosa asetat, semakin rendah densitas membran selulosa asetat maka derajat *swelling* membran selulosa asetat semakin besar. Nilai densitas membran selulosa asetat pada penambahan 0% SDS menghasilkan densitas sebesar $0,425 \text{ g/cm}^3$ dan derajat *swelling* membran 252 sementara untuk penambahan 4% SDS nilai densitas membran sebesar $0,289 \text{ g/cm}^3$ dan nilai derajat *swelling*nya sebesar 802. Nilai densitas yang tinggi menunjukkan bahwa pori pada membran selulosa asetat rapat sehingga

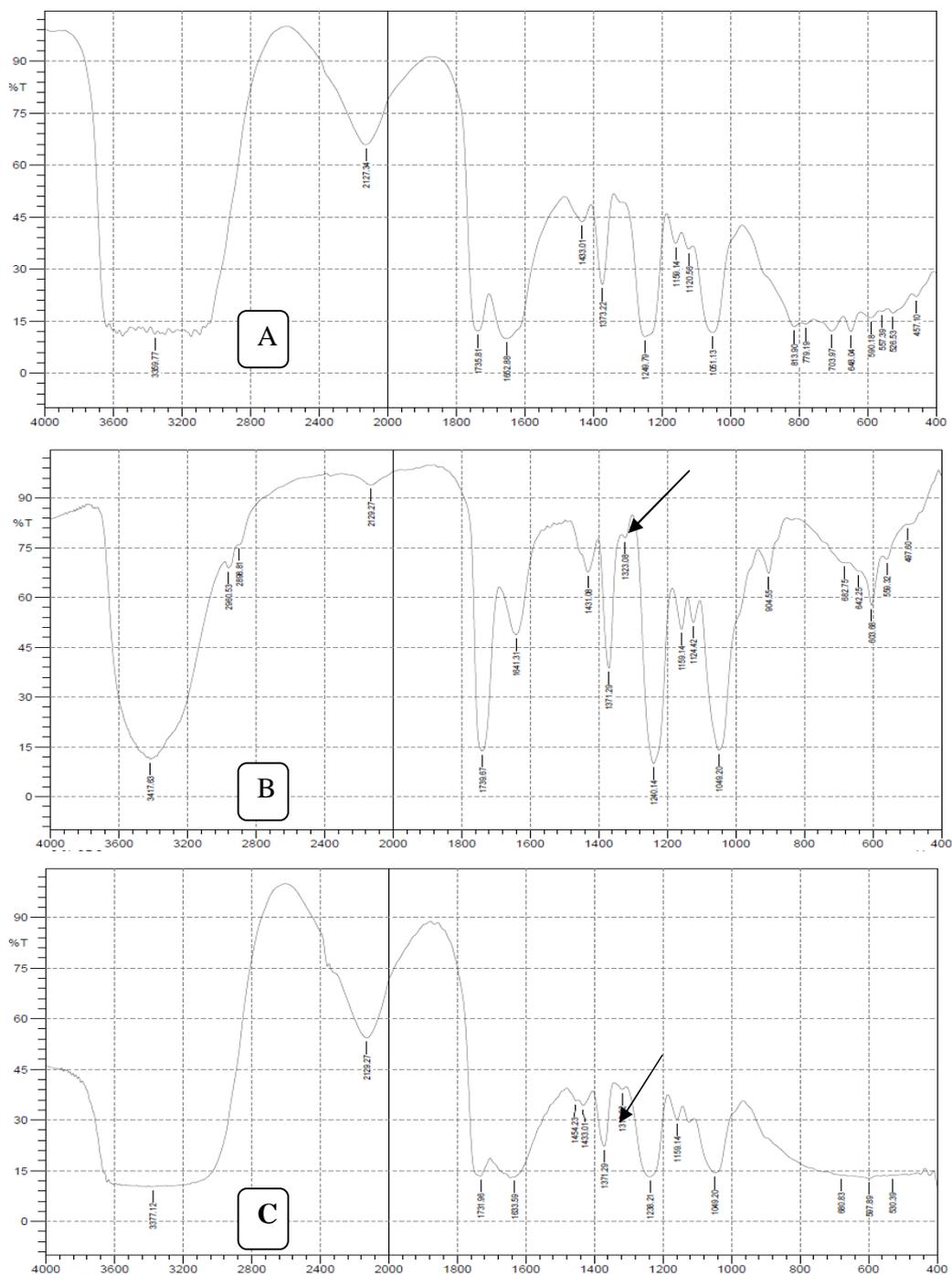
molekul air sulit untuk masuk ke dalam membran dan sedikit yang terikat pada membran. Begitu juga sebaliknya, pada membran yang densitasnya rendah pori yang terbentuk banyak dan berukuran besar, sehingga air mudah masuk (menyerap) ke dalam membran selulosa asetat dan membentuk ikatan hidrogen yang cukup kuat dengan membran selulosa asetat.

4.2 Karakterisasi Sifat Kimia Membran Selulosa Asetat

Penambahan SDS (*Sodium Dodesil Sulfat*) juga mempengaruhi sifat kimia dari membran selulosa asetat. SDS di dalam membran selulosa asetat dilakukan analisa menggunakan FTIR (*Fourier Transform infrared spectra*). Gambar 4.3 menunjukkan spektra FTIR 0, 2 dan 4% SDS.

Gambar 4.3, menunjukkan perbedaan antara membran selulosa asetat 0% SDS dengan membran selulosa asetat 2% dan 4% SDS yaitu terdeteksinya gugus S=O stretch (sulfonat) pada panjang gelombang 1323,08 dan 1319,22. Interaksi antara selulosa asetat dengan SDS terjadi interaksi secara fisika, dimana selulosa asetat dengan SDS saling berinteraksi membentuk ikatan hidrogen (OH – SO₄⁻) dan ikatan Van Der Waals (CH₃ – CH₃) (gambar 4.4). Interaksi inilah yang menyebabkan terjadinya pembentukan pori membran selulosa asetat dan meningkatkan sifat hidrofilisitas membran selulosa asetat.

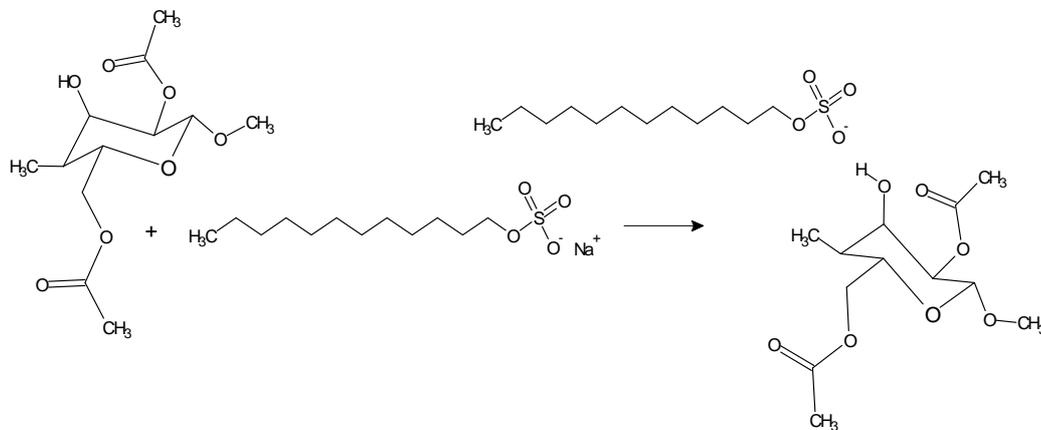
Tabel 4.1, menunjukkan panjang gelombang dan intensitas dari membran selulosa asetat untuk 0, 2, 4% SDS dengan terdeteksinya gugus-gugus fungsi yaitu gugus O-H stretch pada panjang gelombang 3400-3300, gugus asetat pada panjang gelombang, 1238,21; 1249,79; dan 1240,14, gugus C-O stretch (alkohol) pada panjang gelombang 1159,14-904,55, gugus C-O stretch (asam karboksilat) pada panjang gelombang 1323,08 dan 1319,22.



Gambar 4.3 Spektre FTIR dengan penambahan (a)0% SDS; (b)2% SDS; (c)4% SDS

Tabel 4.1 Panjang Gelombang dan Intensitas Spektra FTIR Untuk 0% SDS, 2% SDS, dan 4% SDS.

| No | 0% | | 2% | | 4% | | GF |
|----|---------|------------|---------|------------|---------|------------|----------------------------|
| | Puncak | Intensitas | Puncak | Intensitas | Puncak | Intensitas | |
| 1 | 1051,13 | 27,38 | 1049,02 | 13,998 | 1049,2 | 14,382 | C-O stretch |
| | 1120,56 | 35,79 | 1124,42 | 13,998 | 1159,14 | 30,127 | |
| | 1159,14 | 37,404 | 1159,14 | 50,424 | | | |
| 2 | - | - | 1323,08 | 77,988 | 1319,22 | | S=O stretch |
| 3 | 1433,0 | 43,66 | 1431,08 | 67,631 | 1433,01 | 34,306 | O-H bend |
| | | | | | 1454,23 | 35,731 | |
| 4 | 1652,88 | 10 | 1641,31 | 48,754 | 1633,59 | 13,185 | C=C stretch (isolated) |
| 5 | 1735,81 | 12,14 | 1739,67 | 13,76 | 1731,96 | 13,43 | C-H aldehyde stretch |
| 6 | 3359,77 | 11,225 | 3417,63 | 11,298 | 3377,12 | 10,358 | O-H Stretch |



Gambar 4.4 Interaksi Antara Selulosa Asetat Dengan SDS

Sementara untuk spektra IR 2 dan 4 % SDS tidak ada perbedaan yang signifikan. Perbedaan puncak spektra antara kedua membran ditunjukkan pada spektra FTIR pada gambar 4.3 dan intensitasnya pada tabel 4.1, ada beberapa gugus fungsi yang tidak terdeteksi pada spektra membran selulosa asetat dengan 2% SDS

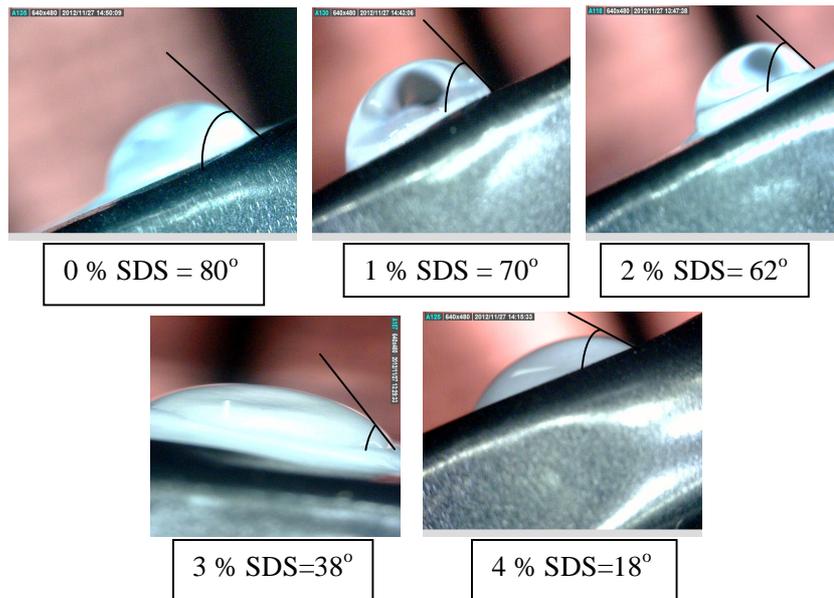
terdeteksi pada spektra membran selulosa dengan 4% SDS ataupun sebaliknya, perbedaan yang sangat terlihat antara membran selulosa asetat 2% dan 4% SDS dilihat dari intensitas spektra yang terdeteksi antara kedua membran tersebut, perbedaan intensitas antara keduanya menunjukkan tajam tidaknya puncak yang dihasilkan dan menunjukkan perbedaan komposisi kimia yang terdapat pada membran selulosa asetat 2% dan 4% SDS.

Penambahan SDS ke dalam larutan polimer juga mempengaruhi sudut kontak yang dibentuk. Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara bahan permukaan uji dengan air yang diteteskan ke permukaan bahan uji (Maria, 2000). Sudut kontak membran selulosa asetat memberikan informasi apakah permukaan membran tersebut bersifat hidrofilik atau hidrofobik.

Adamson (1992) dan Sorqvist (1995) mengklasifikasikan permukaan material dengan kuantitas sudut kontak yaitu permukaan material sangat basah atau sangat hidrofilik bila sudut kontak cairan pada permukaannya lebih kecil dari 30° . Nilai sudut kontak antara 30° sampai dengan 89° permukaan material disebut basah sebagian. Sudut kontak lebih besar dari 90° , permukaan material tidak basah oleh cairan atau bersifat hidrofobik.

Gambar 4.5, menunjukkan nilai sudut kontak membran selulosa asetat dengan variasi penambahan SDS ke dalam komposisi larutan polimernya yaitu 0, 1, 2, 3, 4 %. Nilai sudut kontak masing-masing membran selulosa asetat semakin kecil dengan semakin besarnya penambahan SDS ke dalam komposisi larutan polimernya. Menurut penjelasan Adamson (1992) dan Sorqvist (1995) yang menjelaskan sifat permukaan material dari nilai sudut kontak, nilai sudut kontak membran selulosa asetat dengan penambahan 0% = 80° ; 1% = 70° ; 2% = 62° ; 3% = 38° nilai sudut kontak pada konsentrasi tersebut dapat dinyatakan bersifat sedikit hidrofobik atau basah sebagian. Sementara penambahan 4% SDS memiliki nilai sudut kontak yang paling kecil yaitu 18° dapat dinyatakan bersifat hidrofilik. Hal ini dikarenakan semakin banyak SDS yang ditambahkan semakin banyak pula ion SO_3^- (polar) pada SDS yang

berinteraksi dengan asetat (polar) pada selulosa asetat, sehingga menyebabkan permukaan pada membran selulosa asetat dengan penambahan 4% SDS bersifat hidrofilik.



Gambar 4.5 Sudut Kontak Membran Selulosa Asetat

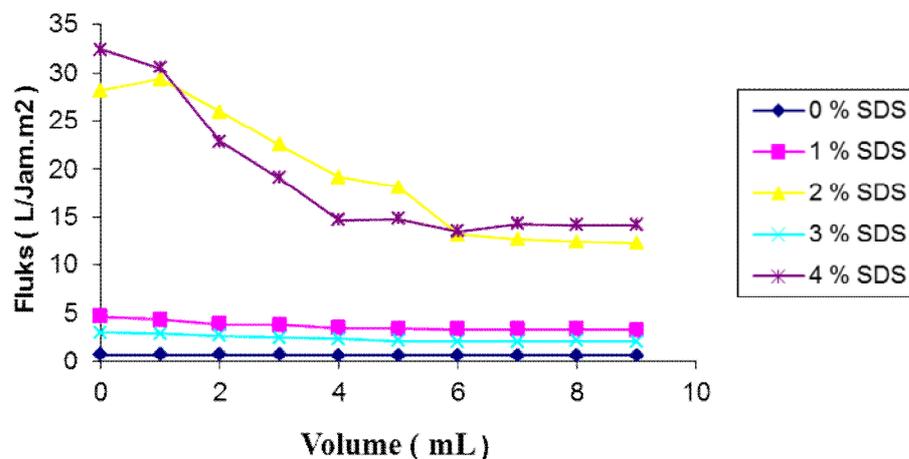
Hubungan antara derajat *swelling* membran selulosa asetat dengan sudut kontak membran selulosa asetat. Nilai derajat *swelling* membran selulosa asetat yang dihasilkan berbanding lurus dengan sudut kontak membran selulosa asetat yang terbentuk, dimana pada penambahan 0% SDS nilai derajat *swelling*-nya 252 dan sudut kontak membrannya 80°, sementara untuk membran dengan penambahan 4% SDS sebesar 802 dan sudut kontaknya 18°.

Nilai sudut kontak membran 80° menandakan membran selulosa tersebut bersifat hidrofobik sehingga nilai derajat *swelling* membran yang dihasilkan pun kecil, hal ini dikarenakan dengan membran yang bersifat hidrofobik air lebih sulit masuk dan menyerap pada membran selulosa asetat asetat, tetapi pada saat nilai sudut

kontak membran sebesar 18° menandakan membran selulosa asetat bersifat hidrofilik, sehingga nilai sudut kontak berbanding lurus dengan derajat swelling yang dihasilkan yaitu sebesar 802, hal ini dikarenakan dengan membran yang bersifat hidrofilik, sehingga air mudah masuk dan menyerap pada membran selulosa asetat.

4.3 Karakterisasi Kinerja Membran Selulosa Asetat

Kinerja membran dapat ditunjukkan dari nilai fluks air, koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksinya. Nilai fluks menunjukkan nilai laju alir permeat untuk melewati membran dan koefisien rejeksi menggambarkan kemampuan membran untuk menahan suatu molekul zat terlarut, dimana koefisien rejeksi ini merupakan ukuran selektifitas membran.



Gambar 4.6 Pengaruh konsentrasi SDS terhadap kompaksi membran

Tahap pertama yang dilakukan dalam karakterisasi kinerja membran yaitu dengan menentukan waktu kompaksi membran. Kompaksi ini dilakukan untuk membuka dan menata ulang pori-pori membran yang baru terbentuk tersebut, akibat dari tekanan dan perlakuan lainnya yang mempengaruhi pori-pori membran. Kompaksi merupakan suatu proses deformasi mekanik pada matriks polimer

membran yang mengakibatkan fluks membran yang dihasilkan menurun hingga mencapai suatu nilai yang mendekati konstan. Proses kompaksi membran selulosa asetat menggunakan air sebagai larutan umpannya

Gambar 4.6, menunjukkan pengaruh konsentrasi SDS terhadap kompaksi membran selulosa asetat. Hasil kompaksi pada membran selulosa asetat dengan penambahan variasi konsentrasi SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat menunjukkan trend kurva waktu kompaksi membran selulosa asetat yang semakin menurun untuk mencapai fluks yang konstan, dengan semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan ke dalam larutan polimernya.

Penambahan SDS pada larutan polimer membran selulosa asetat mengakibatkan proses deformasi mekanik yang tidak terlalu lama hal ini ditunjukkan dengan volume permeat yang dihasilkan untuk mencapai fluks yang konstan yaitu pada volume permeat 7 mL masing-masing dengan fluks 0,694; 3,378; dan 2,155 L/m².jam.

Tabel 4.2 Pengaruh Penambahan SDS Terhadap Waktu Kompaksi Membran Selulosa Asetat

| % SDS | T_{kompaksi} (Jam) |
|--------------|-------------------------------------|
| 0 | 5,424 |
| 1 | 1,036 |
| 2 | 0,208 |
| 3 | 1,387 |
| 4 | 0,186 |

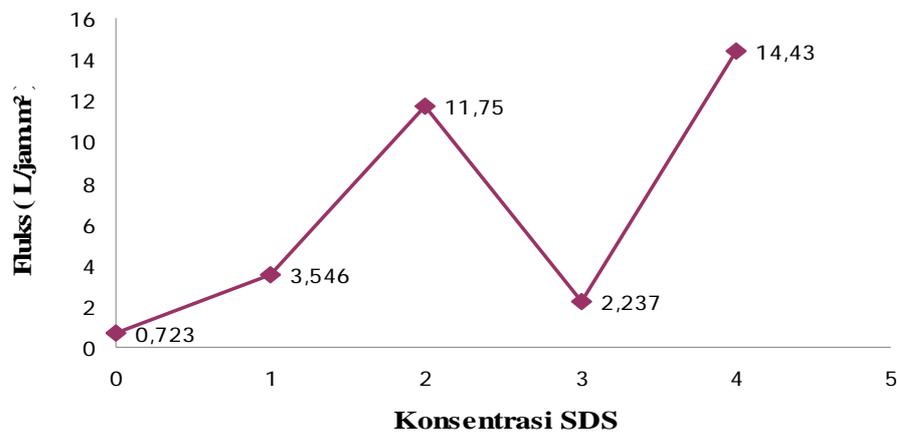
Tabel 4.2, menunjukkan waktu kompaksi membran selulosa asetat non SDS dan variasi SDS. Penambahan 0, 1, 2% SDS menunjukkan waktu kompaksi yang lebih lama untuk membran non SDS dan waktu kompaksi yang semakin cepat dengan penambahan 1, 2% SDS yaitu 5,424; 1,036; 0,208 jam. Hal ini dikarenakan adanya SDS yang ditambahkan yang berfungsi sebagai agen pembentuk pori dan dapat

meningkatkan sifat hidrofilitas membran selulosa asetat, sementara untuk penambahan 3% SDS waktu kompaksi kembali melambat yaitu sebesar 1,387 jam, seharusnya waktu kompaksi akan semakin cepat dengan semakin besarnya % SDS yang ditambahkan pada larutan polimer membran. Fenomena ini disebabkan kesalahan saat proses preparasi membran selulosa asetat dengan penambahan 3% SDS. Proses preparasi membran (homogenasi larutan) dengan 3% SDS berbeda dengan preparasi membran selulosa asetat dengan 0%, 1%, 2% dan 4% SDS, sehingga pembentukan pori tidak berjalan dengan baik. Hal ditunjukkan dengan SDS yang keluar pada proses koagulasi lebih sedikit (Lampiran E). Sementara waktu kompaksi membran dengan penambahan 4% SDS menghasilkan waktu kompaksi membran yang lebih cepat dibandingkan dengan membran non SDS dan membran dengan variasi SDS 1, 2, 3 % yaitu 0,186 jam. Hal ini dikarenakan konsentrasi SDS yang lebih besar sehingga lebih banyak agen pembentuk pori yang ada serta sifat hidrofilitasnya besar seiring dengan besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan pada larutan polimer.

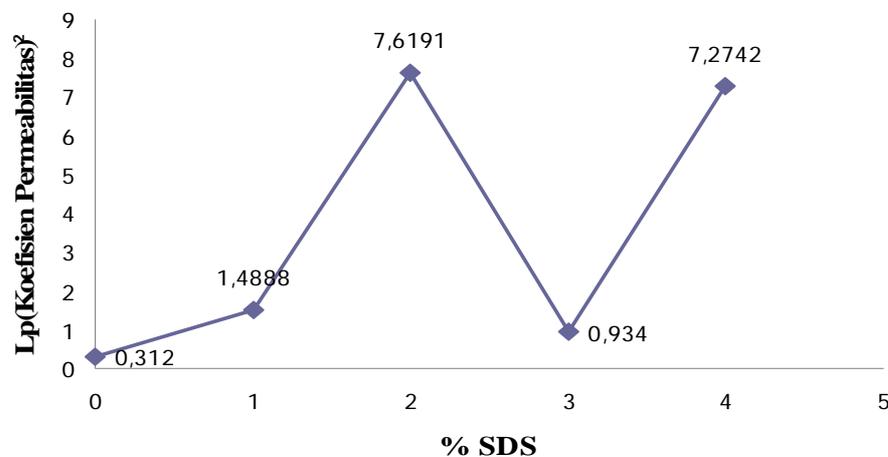
4.3.1 Pengaruh Penambahan SDS Terhadap Fluks Air Dan Koefisien Permabilitas

Membran selulosa asetat.

Fluks air atau kecepatan permeasi merupakan salah satu parameter yang menentukan kinerja membran. Penentuan fluks air diperoleh dengan mengukur banyaknya volume air yang melewati tiap satuan luas permukaan membran per satuan waktu. Penambahan SDS ke dalam larutan polimer juga berpengaruh terhadap fluks membran selulosa asetat. Gambar 4.7, menunjukkan nilai fluks air meningkat pada penambahan 0, 1, 2, 4% SDS yaitu 0,723; 3,546; 11,75, dan 14,43 L/m².jam. Hal ini dikarenakan dengan semakin besar konsentrasi SDS yang ditambahkan maka pori yang dihasilkan lebih terbuka, banyak dan besar serta sifat hidrofilitas membran selulosa meningkat. Penambahan 3% SDS ke dalam larutan polimer mengalami penurunan yaitu 2,237 L/m².jam.



Gambar 4.7 Grafik pengaruh % SDS terhadap fluks air membran selulosa Asetat



Gambar 4.8 Grafik pengaruh konsentrasi SDS terhadap koefisien permeabilitas membran selulosa Asetat.

Permeabilitas membran merupakan ukuran kecepatan suatu spesi untuk melewati membran. Permeabilitas membran dapat diperoleh melalui pengukuran nilai fluks air. Permeabilitas membran sering dinyatakan sebagai koefisien permeabilitas membran. Gambar 4.8, menunjukkan koefisien permeabilitas membran cenderung meningkat dengan penambahan SDS dari 0-2% SDS yaitu 0,312; 1,488, dan 7,619

L/m².jam. Secara teoritis semakin besar penambahan SDS ke dalam larutan polimer, maka permeabilitas membran selulosa asetat semakin besar, karena dengan semakin besarnya penambahan SDS ke dalam larutan polimer pembentukan pori pada membran selulosa asetat lebih banyak, dan ukuran pori yang terbentuk lebih besar sehingga kemampuan untuk melewati suatu spesi juga akan semakin tinggi.

Sementara pada penambahan 3% SDS fluks membran selulosa asetat mengalami penurunan yang tajam yaitu 0,934 L/m².jam, hal ini dikarenakan pori yang terbentuk lebih rapat. Fenomena ini dikarenakan terdapat perbedaan perlakuan pada saat proses homogenasi larutan antara penambahan 3% SDS dengan penambahan 0, 1, 2, 4 % SDS ke dalam larutan polimer, perbedaan ini mengakibatkan pori yang dihasilkan pada membran dengan penambahan 3% SDS lebih rapat, Sehingga larutan umpan sulit untuk meresap dan melewati membran selulosa asetat dengan penambahan 3% SDS. Sementara fluks membran kembali meningkat pada penambahan 4 % SDS yaitu 7,274 L/m².jam. Hal ini dikarenakan konsentrasi SDS yang ditambahkan cukup besar maka pori yang dihasilkan banyak, merata dan meningkatnya sifat hidrofilisitas membran sehingga air mudah masuk atau menyerap pada membran selulosa asetat.

Hal ini menunjukkan bahwa permeabilitas membran berhubungan dengan banyak sedikitnya pori pada suatu membran, semakin sedikit pori suatu membran yang terbentuk maka nilai fluksnya akan semakin turun. Menurunnya nilai fluks membran selulosa asetat, maka koefisien permeabilitasnya juga akan menurun. Begitu juga sebaliknya semakin banyak pori suatu membran maka nilai fluksnya akan meningkat dan koefisien permeabilitasnya juga akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan dengan semakin banyaknya pori yang terbentuk dengan ukuran yang lebih besar pada membran selulosa asetat maka akan semakin mempercepat aliran umpan yang dapat melewati membran selulosa asetat.

Nilai fluks air membran selulosa asetat yang dihasilkan berhubungan dengan nilai sudut kontak membran selulosa asetat . Dimana dengan semakin menurunnya

nilai sudut kontak yaitu 80° , 70° , 62° (gambar 4.5) nilai fluks air mengalami peningkatan yaitu 0,723; 3,546; 11,75 L/jam.m², tetapi Fluks air membran turun pada saat nilai sudut kontak 38° yaitu 2,237 L/jam.m². Hal ini tidak sesuai dengan literatur, menurut literatur jika sudut kontak semakin kecil maka permukaan membran akan bersifat hidrofilik, sehingga akan dihasilkan fluks air yang besar. Fenomena turunnya fluks air pada saat sudut kontak membran 38° dikarenakan pori yang terbentuk pada penambahan 3% SDS lebih rapat, sehingga aliran air lebih lambat untuk melewati membran selulosa asetat.

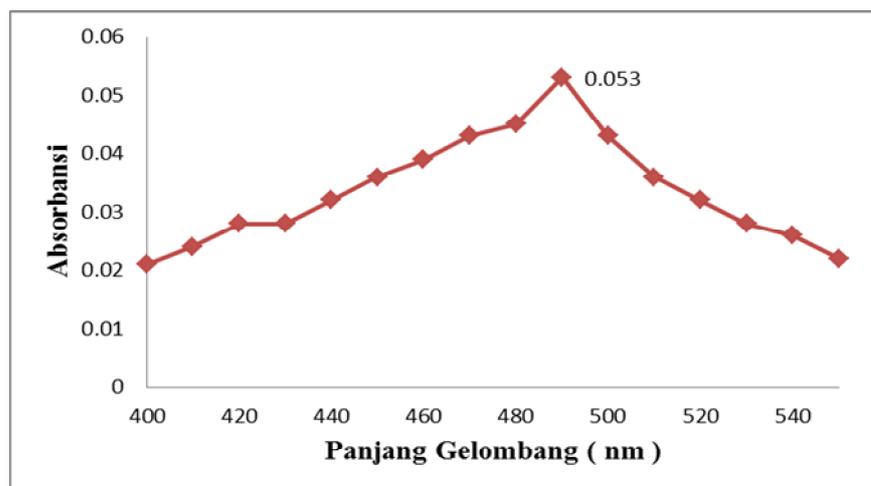
Fenomena ini terjadi karena adanya perbedaan perlakuan pada saat proses homogenasi larutan antara penambahan 3% SDS dengan penambahan 0, 1, 2, 4 % SDS ke dalam larutan polimer, sehingga di hasilkan pori yang lebih rapat untuk membran dengan penambahan 3% SDS. Hal ini mengakibatkan larutan umpan sulit untuk meresap dan melewati membran selulosa asetat dengan penambahan 3% SDS. Sementara untuk sudut kontak 18° nilai fluks air membran selulosa asetat yaitu 14,43 L/jam.m², yang menandakan permukaan membran selulosa asetat bersifat hidrofilik karena aliran air lebih cepat masuk dan meresap pada permukaan membran selulosa asetat.

Begitupun nilai permeabilitas yang dihasilkan berhubungan dengan nilai sudut kontak membran selulosa asetat, dimana nilai koefisien permeabilitas membran selulosa asetat semakin meningkat dengan semakin kecilnya sudut kontak membran yang dihasilkan, tetapi pada saat penambahan 3% SDS dengan nilai sudut kontak membran sebesar 38° koefisien permeabilitas membran selulosa asetat mengalami penurunan yaitu sebesar 0,934 L/m².jam. Fenomena ini terjadi, dikarenakan terdapat perbedaan perlakuan pada saat proses homogenasi larutan antara penambahan 3% SDS dengan penambahan 0, 1, 2, 4 % SDS ke dalam larutan polimer, sehingga pori yang dihasilkan lebih rapat. Hal ini mengakibatkan larutan umpan sulit untuk meresap dan melewati membran selulosa asetat dengan penambahan 3% SDS maka koefisien permeabilitas membran selulosa asetat mengalami penurunan.

4.3.2 Pengaruh penambahan SDS terhadap koefisien rejeksi membran selulosa Asetat.

Koefisien rejeksi merupakan ukuran selektivitas membran. Pengukuran koefisien rejeksi hanya menggunakan satu jenis larutan umpan yaitu larutan dekstran dengan berat molekul 100-200 kDa. Pemilihan larutan uji ini karena larutan dekstran dengan berat molekul 100-200 kDa masuk ke dalam range BM ultrafiltrasi.

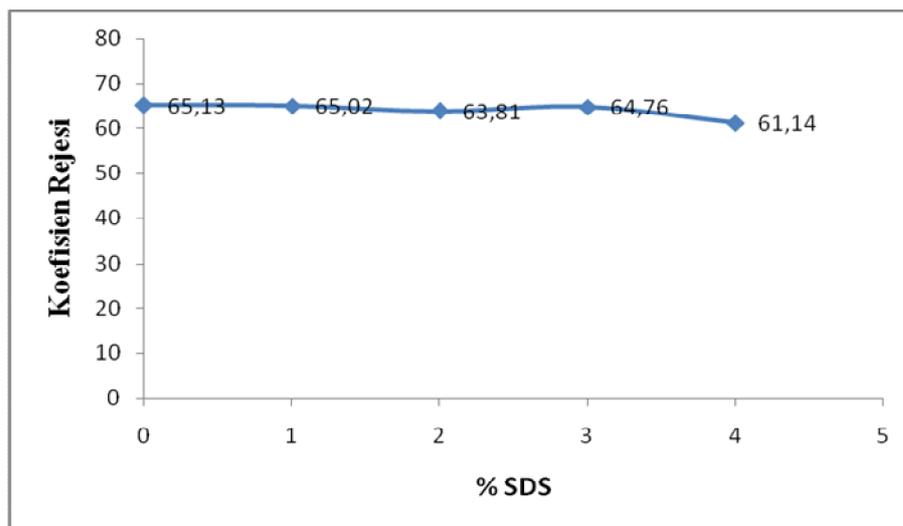
Tahap pertama untuk menentukan koefisien rejeksi adalah terlebih dahulu menentukan panjang gelombang maksimal yang diserap oleh dekstran. Hasil *scanning* panjang gelombang optimum pada Gambar 4.9 diperoleh panjang gelombang 483 nm.



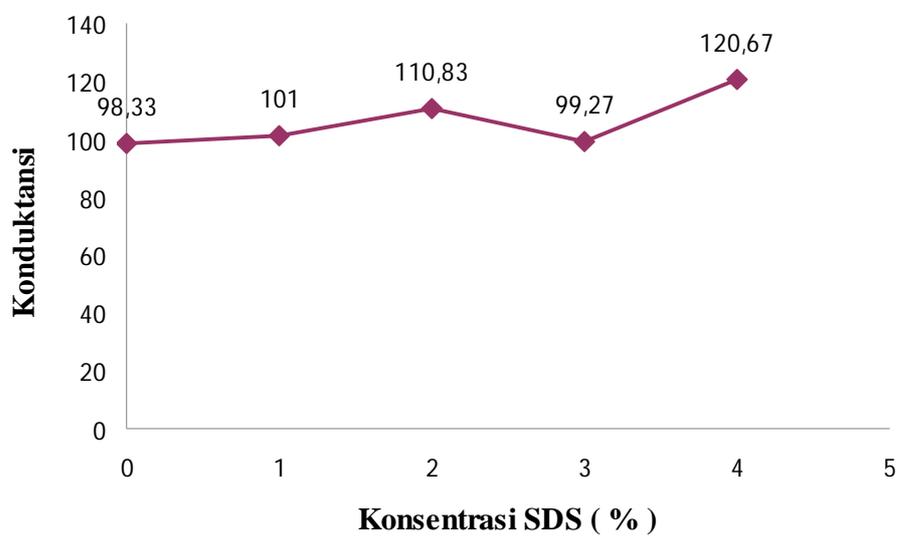
Gambar 4.9 Grafik *scanning* panjang gelombang optimum dekstran 100 – 200 Da

Gambar 4.10, menunjukkan bahwa penambahan SDS ke dalam larutan polimer tidak cukup mempengaruhi nilai koefisien rejeksi membran selulosa asetat dikarenakan range perubahan faktor rejeksi membran relatif kecil. Penambahan 0, 1, 2, 3, 4% SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat menghasilkan koefisien rejeksi membran yang tidak terlalu jauh berbeda antara penambahan konsentrasi yang satu dan lainnya. Hal ini dikarenakan pori yang terbentuk pada

penambahan 0-4% SDS memiliki ukuran dan struktur pori yang hampir sama dan tidak jauh berbeda.



Gambar 4.10 Grafik koefisien rejeksi membran dengan variasi SDS



Gambar 4.11 Grafik konduktansi SDS pada bak koagulasi

Salah satu karakterisasi membran selulosa asetat yaitu kinerja membran selulosa asetat yang meliputi permeabilitas membran dan koefisien rejeksi membran selulosa asetat. Hasil pengukuran fluks air, permeabilitas, dan faktor rejeksi terdapat anomali yaitu pada saat penambahan 3% SDS ke dalam komposisi larutan polimer membran selulosa asetat, dimana hasil yang di dapat tidak sesuai dengan yang di inginkan. Pengukuran konduktansi bak koagulasi merupakan salah satu cara untuk memperkuat adanya anomali tersebut.

Gambar 4.11, menunjukkan hubungan antara konduktansi membran selulosa asetat pada bak koagulasi dengan fluks air membran selulosa asetat. Nilai konduktansi membran berbanding lurus dengan nilai fluks air yang dihasilkan tetapi saat penambahan 3% SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat menghasilkan nilai konduktansi yang menurun. Penurunan nilai konduktansi ini menandakan konsentrasi SDS yang keluar pada bak koagulasi kecil karena proses pembentukan pori pada membran yaitu proses interaksi pelarut dan non pelarut pada membran selulosa asetat tidak berjalan dengan baik, sehingga mengakibatkan pori yang rapat. Hal ini berdampak terhadap nilai fluks air yang kecil juga.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan SDS ke dalam komposisi larutan polimer berpengaruh terhadap densitas dan derajat *swelling* membran. Semakin besar konsentrasi SDS di dalam komposisi larutan polimer maka nilai densitas atau kerapatan yang dihasilkan semakin kecil dan nilai derajat *swelling* membran selulosa asetat semakin besar.
2. Penambahan SDS ke dalam larutan polimer membran selulosa asetat berpengaruh pada sifat kimia membran selulosa asetat yaitu uji FTIR, dan sudut kontak membran. Perbedaan spektra FTIR membran selulosa asetat antara 0% SDS dengan 2 dan 4% SDS yaitu gugus C-O *stretch* (alcohol) ditunjukkan dengan terdeteksinya gugus S=O *stretch* (sulfonat) dan pada membran 2 dan 4% SDS serta perbedaan intensitas puncak yang dihasilkan antara membran 2 dan 4% SDS menunjukkan perbedaan komposisi yang ada di dalamnya. Nilai sudut kontak membran selulosa asetat yang dihasilkan semakin kecil seiring semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan ke dalam larutan polimer. Semakin kecil sudut kontak membran menunjukkan semakin hidrofilik membran tersebut.
3. Penambahan SDS berpengaruh terhadap kinerja membran selulosa asetat yaitu koefisien permeabilitas dan koefisien rejeksi membran selulosa asetat. Nilai koefisien permeabilitas membran semakin besar seiring semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan, sementara semakin besarnya konsentrasi SDS yang ditambahkan tidak cukup mempengaruhi nilai koefisien rejeksi membran yang dihasilkan.

5.2 Saran

Banyak hal yang perlu dilengkapi dalam penyempurnaan penelitian ini. Studi lebih lanjut yang dapat berupa penambahan variabel larutan polimer yang lebih variatif, dan variasi konsentrasi SDS yang lebih besar atau agen pembentuk pori yang lainnya, dimana variabel-variabel tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik maupun kinerja membran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A. W. 1986. *Physical Chemistry of Surface*. A Wiley-Interscience Publication. United State of America.
- Anonim. 2011. Surfaktan. <http://id.sbrc-ipb.com-Penelitian-Surfaktan.html>. [02 Agustus 2011]
- Anonim. 2011. Sodium Lauryl Sulphate. <http://chemicaland21.com>. [02 Agustus 2011]
- Anonim. 2011. Spektrometri Infra Merah. <http://wikipedia.org>. [26 september 2011]
- Anonim. 2009. Structure and Solubility of Interleukin -2 in Sodium Dodecyl Sulfate. International Journal of Peptide and Protein Research. <https://www.researchgate.net>. [08 Maret 2009].
- Anonim. 1997. Toxic Air Contaminant Identification List Summaries. (<http://www.arb.ca.gov/toxic/tac/factshts/dimtliph.wp5.html>).
- Atkin, P. 1989. *Physical Chemistry*. 8th edition. New York: Oxford University Press.
- Cailing Lv., Yanlei S., Yanqiang W., Xiaole M., Qiang S., dan Zhongyi J. 2007. Enhanced Permeation Of Cellulosa Acetate Ultrafiltration Membrane by Incorporation Of Pluronic F127. [on line]. *Journal of Membrane Science*, Vol. 294, 68-74.
- Day Jr, R.A and Underwood, A.L. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Terjemahan oleh Aloysius Hadjana Pujaatmaka dari *Quantitative Analysis*. 1989. Fifth edition. Jakarta: Erlangga . Hal 387
- Fauzia, R. T. 2006. "Modifikasi dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Untuk Proses Filtrasi". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Fengel, D. and Wegener, G. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo dalam *Wood: Chemistry, Ultrastruktur, Reactions*. 1995. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Hal 582-585.

- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. *Kimia Organik. Jilid 2. Edisi ketiga*. Terjemahan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka dari *Organic Chemistry*. 1989. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Flider. 2001. Pengembangan Teknologi Untuk Nilai Tambah Sawit. *International Journal of Peptide and Protein Research* [serial online]. <http://seafast.ipb.ac.id>. [26 September 2011].
- Ho. Winston W.S., and Kamalesh., K. Sirkar (Eds).1992. *Membrane Handbook*. New York: Chapman Hall.
- Indarti, D. 2008. "Pemisahan Surfaktan anionik: Sodium dodesil sulfat menggunakan membran ultrafiltrasi". Tidak Diterbitkan. Proposal Kegiatan Hibah Pekerti. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember.
- Kesting, R. E. 1971. *Synthetic Polymeric Membranes*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Mark, H. F., Ketta, J. J.Mc and Othmer D. F. 1968. Kirk dan Othmer: *Encyclopedia of Chemical Tehnology. Second Edition*. Vol 4. New York: Interscience Publisher a Devision of John Wiley & Son, Inc. p 632 and 657.
- Malcolm, S. P. *Kimia Polimer*. Alih bahasa Iis Sopyan. 2001. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Mulder, M. 1996. *Basic Prinsiple of Membran Technology. 2nd edition*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Mulijani S., Budianto E., dan Hikam M. 2010. Formation And Characterization Of Asymetric Nanofiltration Membrane: Effect Of Temperature And Surfactan As a Template. [on line]. *Journal Of Membrane Science. AJTD*, 27 (1), 21-29.
- Nasir, M. dan Rasiman, C. L. 2000. Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat untuk Pemekatan Enzim α -Amilase. [on line]. *Journal mathematics and science*. Bandung: ITB.
- Piluharto, B. 2001. "Awal Penggunaan Nata de Coco sebagai Membran Ultrafiltrasi". Tidak Diterbitkan. Tesis. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

- Pharmacosmos. A/S. 2006. Dextran Struktire. (http://www.dekstran.net/dekstran_stukture.html). [04 Januari 2012].
- Rautenbach, R. and Alberecht R. *Membran Prozesse*. Terjemahan oleh Valerie Cottrell. 1989. USA: John Willey and Sons, Inc.
- Salager, J. L. 2002. *Surfactants types and uses*. Venezuela : penerbit De Los Andes University.
- Sari, L. K. 2010. "Pemisahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat (SDS) dengan menggunakan membran ultrafiltrasi selulosa asetat (CA)". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Sari, Y. A. 2012. "Pengaruh Konsentrasi Selulosa Asetat Untuk Proses Ultrafiltrasi". Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Saunders, K. J. 1994. *Organic Polymer Chemistry*. Second Edition. London : Black Academic and Profesional.p. 303-304.
- Wenten, I. G. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Penerbit ITB.
- Wu, S. 2005. Polymer interface and adhesion. [on line]. *Journal of membrane Science*. Vol. 25, 87-91.

LAMPIRAN

A . Densitas Membran selulosa asetat

| Penambahan Surfaktan | Tebal (cm) | | | | Volume (cm ³) | Massa kering (gr) | | | | Densitas |
|----------------------|------------|--------|--------|-----------|---------------------------|-------------------|--------|--------|-----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | Rata-rata | | 1 | 2 | 3 | Rata-rata | |
| 0 % | 0.0070 | 0,0080 | 0.0070 | 0.0070 | 0.1200 | 0.0520 | 0.0560 | 0.0450 | 0.0510 | 0.4250 |
| 1 % | 0.0075 | 0.0070 | 0.0080 | 0.0070 | 0.1200 | 0.0440 | 0.0450 | 0.0520 | 0.0470 | 0.3916 |
| 2 % | 0.0080 | 0.0070 | 0.0080 | 0.0070 | 0.1200 | 0.0450 | 0.0460 | 0.0450 | 0.0430 | 0.3775 |
| 3 % | 0.0080 | 0.0060 | 0.0070 | 0.0070 | 0.1200 | 0.0430 | 0.0350 | 0.0450 | 0.0410 | 0.3461 |
| 4 % | 0.0080 | 0.0080 | 0.0080 | 0.0080 | 0.1380 | 0.0500 | 0.0480 | 0.0500 | 0.0400 | 0.2890 |

Contoh perhitungan :

Diketahui massa membran 0.051 gr; volume 0.1200 cm³

Dengan persamaan $\rho = \frac{W}{V}$, dimana W = berat membran (gr) ; V = volume membran

Maka densitas (ρ) membran : $(\rho) = \frac{0.051 \text{ gr}}{0.1200 \text{ cm}^3} = 0.425 \text{ gr.cm}^{-3}$

Maka densitas (ρ) membran :

$$(\rho) = \frac{0.051 \text{ gr}}{0.1200 \text{ cm}^3} = 0.425 \text{ gr.cm}^{-3}$$

B . Derajat *Swelling* Membran

| Penambahan Surfaktan | Berat Kering (gr) | | | | Berat Basah (gr) | | | | Berat Basah-Berat Kering | Derajat <i>Swelling</i> (%) |
|----------------------|-------------------|--------|--------|-----------|------------------|--------|--------|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| | M1 | M2 | M3 | Rata-rata | M1 | M2 | M3 | Rata-rata | | |
| 0 % | 0.0074 | 0.0074 | 0.0080 | 0.0076 | 0.0268 | 0.0269 | 0.0269 | 0.0258 | 0.0182 | 252 |
| 1 % | 0.0068 | 0.0066 | 0.0066 | 0.0066 | 0.0358 | 0.0362 | 0.0362 | 0.0361 | 0.0295 | 446 |
| 2 % | 0.0065 | 0.0065 | 0.0070 | 0.0066 | 0.0396 | 0.0396 | 0.0392 | 0.0394 | 0.0328 | 496 |
| 3 % | 0.0055 | 0.0060 | 0.0055 | 0.0056 | 0.0386 | 0.0387 | 0.0386 | 0.0386 | 0.0330 | 589 |
| 4 % | 0.0049 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0049 | 0.0442 | 0.0442 | 0.0443 | 0.0442 | 0.0393 | 802 |

Perhitungan :

Diketahui massa kering membran 0.0049 gr; massa basah membran 0.0442 gr

Dengan persamaan

$$\% \text{ swelling} = \frac{\text{berat kesetimbangan} - \text{berat awal}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

dimana berat kesetimbangan = massa basah ; berat awal = massa kering

Maka % *swelling* membran :

$$= \frac{0.0442 \text{ gr} - 0.0049 \text{ gr}}{0.0049 \text{ gr}} \times 100 \% = 802 \%$$

C. Kompaksi Membran selulosa Asetat

Tekanan 1 bar

| Volume 1 mL ke | SDS 0 % | | SDS 1% | | SDS 2 % | | SDS 3 % | | SDS 4 % | |
|----------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
| | Waktu (jam) | Fluks (L/m ² j) |
| 1 | 0.801 | 0.529 | 0.132 | 3.205 | 0.065 | 6.493 | 0.161 | 2.624 | 0.144 | 2.932 |
| 2 | 1.616 | 0.518 | 0.270 | 3.058 | 0.124 | 7.194 | 0.328 | 2.531 | 0.316 | 2.457 |
| 3 | 2.442 | 0.512 | 0.419 | 2.832 | 0.199 | 5.649 | 0.505 | 2.386 | 0.492 | 2.398 |
| 4 | 3.278 | 0.505 | 0.573 | 2.747 | 0.288 | 4.739 | 0.688 | 2.309 | 0.686 | 2.178 |
| 5 | 4.154 | 0.483 | 0.733 | 2.638 | 0.392 | 4.065 | 0.881 | 2.188 | 0.891 | 2.061 |
| 6 | 5.047 | 0.473 | 0.897 | 2.577 | 0.507 | 3.676 | 1.085 | 2.071 | 1.103 | 1.992 |
| 7 | 5.949 | 0.469 | 1.064 | 2.531 | 0.634 | 3.322 | 1.297 | 1.992 | 1.313 | 2.012 |
| 8 | 6.416 | 0.467 | 1.231 | 2.531 | 0.772 | 3.058 | 1.514 | 1.945 | 1.526 | 1.984 |
| 9 | 7.322 | 0.467 | 1.397 | 2.544 | 0.908 | 3.105 | 1.732 | 1.937 | 1.738 | 1.992 |
| 10 | 8.228 | 0.467 | 1.564 | 2.531 | 1.045 | 3.084 | 1.950 | 1.937 | 1.950 | 1.992 |

Tekanan 1.5 bar

| Volume 1 mL ke | SDS 0 % | | SDS 1% | | SDS 2 % | | SDS 3 % | | SDS 4 % | |
|----------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
| | Waktu (jam) | Fluks (L/m ² j) |
| 1 | 0.615 | 0.689 | 0.109 | 3.875 | 0.0328 | 12.87 | 0.126 | 3.355 | 0.0228 | 18.518 |
| 2 | 1.247 | 0.671 | 0.219 | 3.831 | 0.0772 | 10.82 | 0.264 | 3.058 | 0.0501 | 15.453 |
| 3 | 1.880 | 0.666 | 0.340 | 3.496 | 0.0125 | 8.771 | 0.409 | 2.915 | 0.0841 | 12.420 |
| 4 | 2.548 | 0.632 | 0.471 | 3.225 | 0.1815 | 7.518 | 0.564 | 2.724 | 0.1276 | 9.7080 |
| 5 | 3.253 | 0.598 | 0.604 | 3.174 | 0.2471 | 6.451 | 0.733 | 2.500 | 0.1806 | 8.0000 |
| 6 | 3.985 | 0.584 | 0.742 | 3.058 | 0.3164 | 6.097 | 0.926 | 2.188 | 0.2407 | 7.0420 |
| 7 | 4.716 | 0.578 | 0.880 | 3.058 | 0.3975 | 5.204 | 1.118 | 2.197 | 0.3023 | 6.8490 |
| 8 | 5.452 | 0.574 | 1.019 | 3.039 | 0.4795 | 5.154 | 1.312 | 2.178 | 0.3634 | 6.8960 |
| 9 | 6.189 | 0.574 | 1.156 | 3.086 | 0.5626 | 5.102 | 1.503 | 2.212 | 0.4269 | 6.6220 |
| 10 | 6.930 | 0.571 | 1.294 | 3.058 | 0.6468 | 5.034 | 1.697 | 2.178 | 0.4915 | 6.5320 |

Tekanan 2 bar

| Volume 1 mL ke | SDS 0 % | | SDS 1% | | SDS 2 % | | SDS 3 % | | SDS 4 % | |
|----------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
| | Waktu (jam) | Fluks (L/m ² j) |
| 1 | 0.577 | 0.732 | 0.0905 | 4.672 | 0.0150 | 28.16 | 0.140 | 3.021 | 0.0130 | 32.46 |
| 2 | 1.159 | 0.729 | 0.1890 | 4.291 | 0.0294 | 29.32 | 0.287 | 2.873 | 0.0268 | 30.58 |
| 3 | 1.750 | 0.714 | 0.298 | 3.875 | 0.0457 | 25.90 | 0.443 | 2.710 | 0.0453 | 22.83 |
| 4 | 2.344 | 0.709 | 0.410 | 3.773 | 0.0645 | 22.47 | 0.614 | 2.469 | 0.0674 | 19.12 |
| 5 | 2.955 | 0.694 | 0.531 | 3.496 | 0.0865 | 19.19 | 0.791 | 2.386 | 0.0962 | 14.66 |
| 6 | 3.565 | 0.694 | 0.656 | 3.378 | 0.1088 | 18.11 | 0.987 | 2.155 | 0.1248 | 14.77 |
| 7 | 4.181 | 0.689 | 0.782 | 3.355 | 0.1409 | 13.14 | 1.186 | 2.123 | 0.1561 | 13.49 |
| 8 | 4.802 | 0.680 | 0.909 | 3.322 | 0.1742 | 12.67 | 1.387 | 2.101 | 0.1857 | 14.26 |
| 9 | 5.424 | 0.680 | 1.036 | 3.322 | 0.2082 | 12.42 | 1.584 | 2.145 | 0.2155 | 14.16 |
| 10 | 6.047 | 0.680 | 1.165 | 3.278 | 0.2435 | 12.17 | 3.590 | 2.105 | 0.2453 | 14.16 |

Tekanan 2.5 bar

| Volume 1 mL ke | SDS 0 % | | SDS 1% | | SDS 2 % | | SDS 3 % | | SDS 4 % | |
|----------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
| | Waktu (jam) | Fluks (L/m ² j) |
| 1 | 0.465 | 0.909 | 0.0630 | 6.711 | 0.0054 | 77.51 | 0.117 | 3.610 | 0.0130 | 32.46 |
| 2 | 0.865 | 1.054 | 0.1288 | 6.410 | 0.0149 | 44.44 | 0.238 | 3.496 | 0.0260 | 32.46 |
| 3 | 1.288 | 1.000 | 0.2053 | 5.524 | 0.0245 | 45.66 | 0.371 | 3.174 | 0.0409 | 28.32 |
| 4 | 2.281 | 0.993 | 0.2886 | 5.076 | 0.0349 | 40.65 | 0.518 | 2.873 | 0.0583 | 24.27 |
| 5 | 2.725 | 0.952 | 0.3806 | 4.587 | 0.0477 | 33.03 | 0.680 | 2.611 | 0.0774 | 22.12 |
| 6 | 3.241 | 0.819 | 0.4846 | 4.065 | 0.0609 | 32.05 | 0.844 | 2.577 | 0.1004 | 18.34 |
| 7 | 3.762 | 0.813 | 0.5996 | 3.676 | 0.0761 | 27.77 | 1.016 | 2.457 | 0.1210 | 20.49 |
| 8 | 4.283 | 0.813 | 0.7196 | 3.521 | 0.0922 | 27.24 | 1.187 | 2.469 | 0.1416 | 20.49 |
| 9 | 4.806 | 0.806 | 0.8436 | 3.412 | 0.1099 | 27.86 | 1.360 | 2.439 | 0.1623 | 20.41 |
| 10 | 5.330 | 0.806 | 0.9666 | 3.424 | 0.1267 | 27.25 | 1.533 | 2.439 | 0.1831 | 20.32 |

Tekanan 3 bar

| Volume 1 mL ke | SDS 0 % | | SDS 1% | | SDS 2 % | | SDS 3 % | | SDS 4 % | |
|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
| | Waktu (jam) | Fluks (L/m ² j) |
| 1 | 0.399 | 1.058 | 0.064 | 6.625 | 0.0052 | 81.30 | 0.097 | 4.329 | 0.0057 | 73.52 |
| 2 | 0.798 | 1.058 | 0.130 | 6.410 | 0.0113 | 68.96 | 0.197 | 4.237 | 0.0126 | 61.72 |
| 3 | 1.221 | 1.000 | 0.211 | 5.208 | 0.0191 | 54.34 | 0.306 | 3.875 | 0.0219 | 45.24 |
| 4 | 1.647 | 0.990 | 0.301 | 4.716 | 0.0283 | 45.66 | 0.421 | 3.676 | 0.0327 | 39.21 |
| 5 | 2.091 | 0.952 | 0.393 | 4.566 | 0.0403 | 35.21 | 0.543 | 3.460 | 0.0458 | 32.25 |
| 6 | 2.538 | 0.943 | 0.492 | 4.292 | 0.0534 | 32.25 | 0.674 | 3.225 | 0.0594 | 31.05 |
| 7 | 2.991 | 0.934 | 0.597 | 3.592 | 0.0679 | 29.15 | 0.807 | 3.174 | 0.0743 | 28.32 |
| 8 | 3.447 | 0.456 | 0.708 | 3.875 | 0.0823 | 29.32 | 0.942 | 3.134 | 0.0893 | 28.17 |
| 9 | 3.902 | 0.455 | 0.819 | 3.802 | 0.0968 | 29.15 | 1.076 | 3.154 | 0.1044 | 28.01 |
| 10 | 4.358 | 0.456 | 0.929 | 3.846 | 0.1114 | 29.06 | 1.211 | 3.134 | 0.1192 | 28.57 |

D. Fluks Air Membran Selulosa Asetat

| % SDS | Volume (mL) | Waktu | | | Rata - Rata | Fluks (L/jam.m ²) |
|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-----------------------------------|
| | | M1 | M2 | M3 | | |
| 0% | 1 | 0,607 | 0,624 | 0,624 | 0,618 | 0,723 |
| 1% | 1 | 0,122 | 0,118 | 0,140 | 0,126 | 3,546 |
| 2% | 1 | 0,024 | 0,027 | 0,063 | 0,038 | 11,75 |
| 3% | 1 | 0,227 | 0,192 | 0,183 | 0,200 | 2,237 |
| 4% | 1 | 0,014 | 0,057 | 0,021 | 0,031 | 14,43 |

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Membran (A)} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 (0,0285 \text{ m})^2 \\
 &= 0,002237 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan nilai fluks membran untuk dengan konsentrasi SDS 0 % SDS :

$$J_v = \frac{V}{A \times t} = \frac{0,001 \text{ L}}{0,002237 \text{ m}^2 \times 0,618 \text{ jam}} = 0,723 \text{ L} / \text{m}^2 \text{ jam}$$

E. Konduktansi Bak Koagulasi Membran Selulosa Asetat

| Konsentrasi SDS | Konduktansi | | | Rerata Konduktansi (Volt) |
|--------------------|-------------|-------|-------|----------------------------------|
| | n 1 | n 2 | n 3 | |
| 0% | 98,5 | 99 | 97,5 | 98,33 |
| 1% | 99 | 99 | 105 | 101 |
| 2% | 112 | 109,5 | 111 | 110,83 |
| 3% | 99.28 | 99.27 | 99.27 | 99.27 |
| 4% | 118 | 121 | 123 | 120,67 |

F. Koefisien Permeabilitas Membran selulosa Asetat

| Variasi konsentrasi surfaktan | Tekanan (bar) | Waktu per 1 mL (Jam) | | | | Fluks (L/m ² jam) |
|-------------------------------|---------------|----------------------|-------|-------|--------|------------------------------|
| | | U1 | U2 | U3 | Rerata | |
| 0 % | 1 | 0,738 | 0,738 | 0,737 | 0,738 | 0,311 |
| | 1,7 | 0,903 | 0,901 | 0,903 | 0,902 | 0,467 |
| | 2,1 | 0,607 | 0,624 | 0,624 | 0,618 | 0,684 |
| | 2,4 | 0,535 | 0,535 | 0,526 | 0,532 | 0,793 |
| | 3 | 0,469 | 0,457 | 0,457 | 0,461 | 0,917 |
| 1 % | 1,2 | 0,159 | 0,173 | 0,168 | 0,166 | 2,564 |
| | 1,5 | 0,142 | 0,138 | 0,152 | 0,144 | 2,932 |
| | 2 | 0,122 | 0,118 | 0,140 | 0,126 | 3,355 |
| | 2,5 | 0,105 | 0,118 | 0,135 | 0,119 | 3,546 |
| | 3,1 | 0,085 | 0,121 | 0,123 | 0,109 | 3,875 |
| 2 % | 1,2 | 0,138 | 0,145 | 0,136 | 0,139 | 3,125 |
| | 1,5 | 0,074 | 0,095 | 0,091 | 0,087 | 4,870 |
| | 2,2 | 0,024 | 0,027 | 0,063 | 0,038 | 11,11 |
| | 2,5 | 0,014 | 0,011 | 0,030 | 0,018 | 23,09 |
| | 3 | 0,013 | 0,014 | 0,016 | 0,014 | 29,32 |
| 3 % | 1,2 | 0,215 | 0,226 | 0,223 | 0,221 | 0,191 |
| | 1,5 | 0,389 | 0,211 | 0,194 | 0,191 | 1,600 |
| | 2 | 0,227 | 0,192 | 0,183 | 0,200 | 2,109 |
| | 2,6 | 0,182 | 0,178 | 0,171 | 0,177 | 2,386 |
| | 3,1 | 0,141 | 0,138 | 0,126 | 0,135 | 3,039 |
| 4 % | 1,1 | 0,221 | 0,189 | 0,226 | 0,212 | 1,992 |
| | 1,5 | 0,054 | 0,058 | 0,076 | 0,063 | 6,712 |
| | 2,2 | 0,014 | 0,057 | 0,021 | 0,031 | 13,79 |
| | 2,5 | 0,021 | 0,026 | 0,017 | 0,021 | 19,84 |
| | 3 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 26,37 |

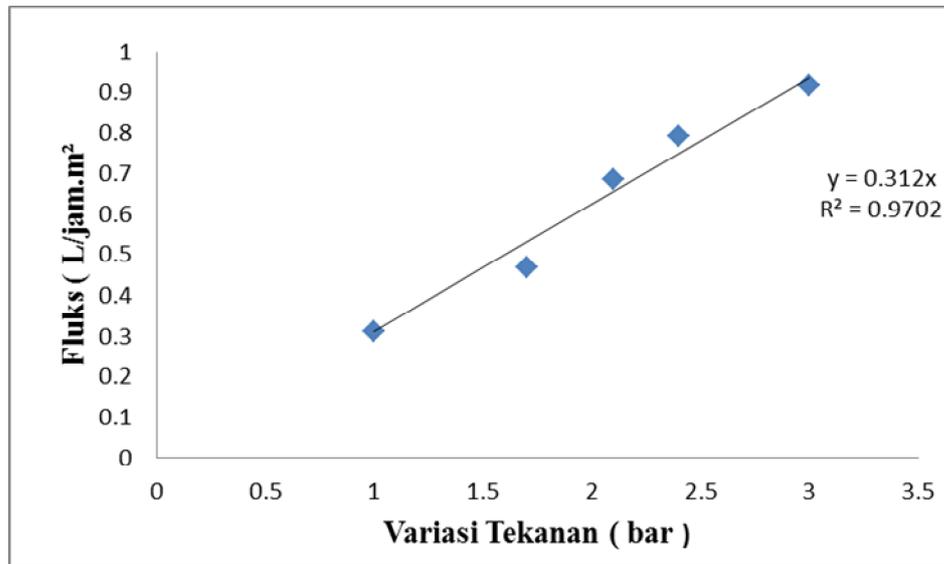
$$\begin{aligned}
 \text{Luas Membran (A)} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 (0,0285 \text{ m})^2 \\
 &= 0,002237 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan nilai fluks membran untuk dengan konsentrasi SDS 4% :

$$J_v = \frac{V}{A \times t} = \frac{0,001 \text{ L}}{0,002237 \text{ m}^2 \times 0,212 \text{ jam}} = 1,992 \text{ L} / \text{m}^2 \text{ jam}$$

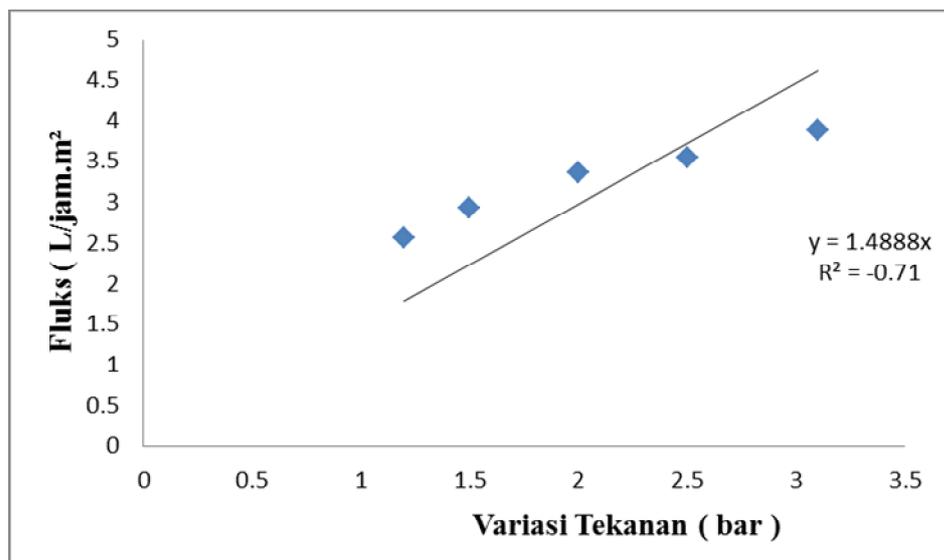
Grafik penentuan nilai koefisien permeabilitas membran (L_p) :

1. SDS 0%



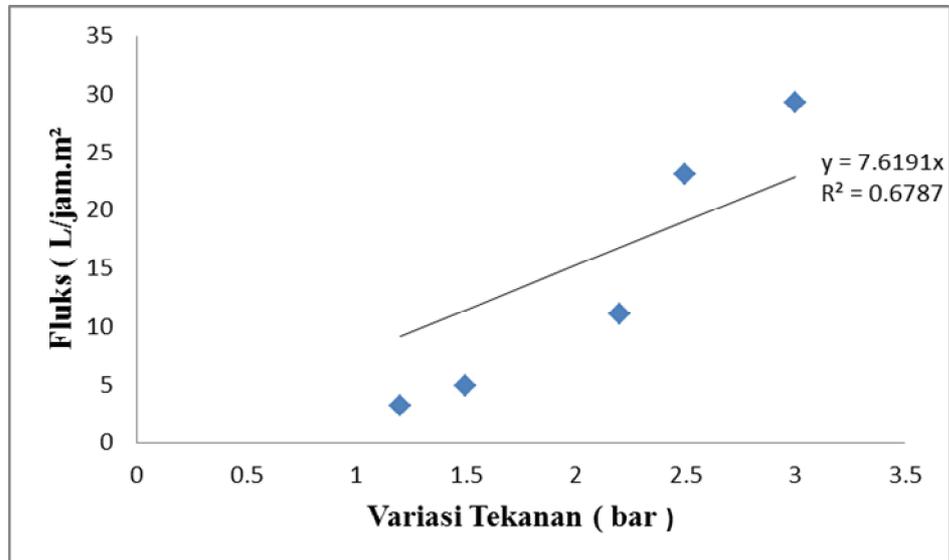
Slope = $L_p = 0,312$

2.1% SDS



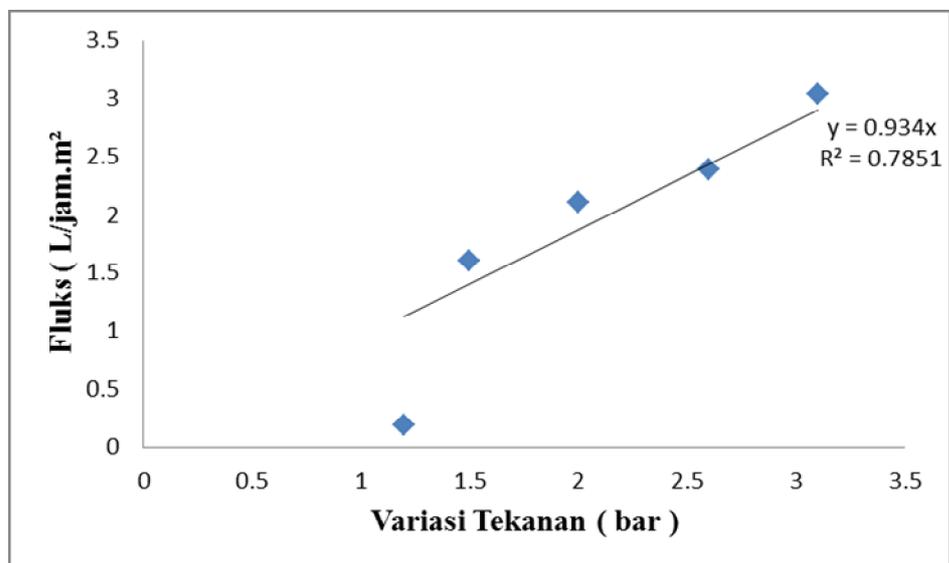
Slope = $L_p = 1.4888$

2. 2 % SDS



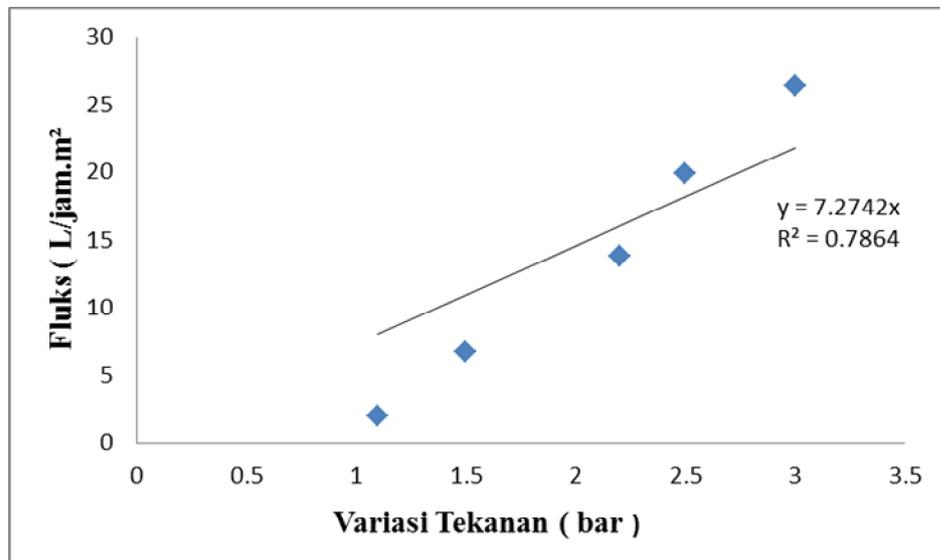
$$\text{Slope} = L_p = 7.6191$$

4. SDS 3 %



$$\text{Slope} = L_p = 0.934$$

5. SDS 4 %



Slope = $L_p = 7.2742$

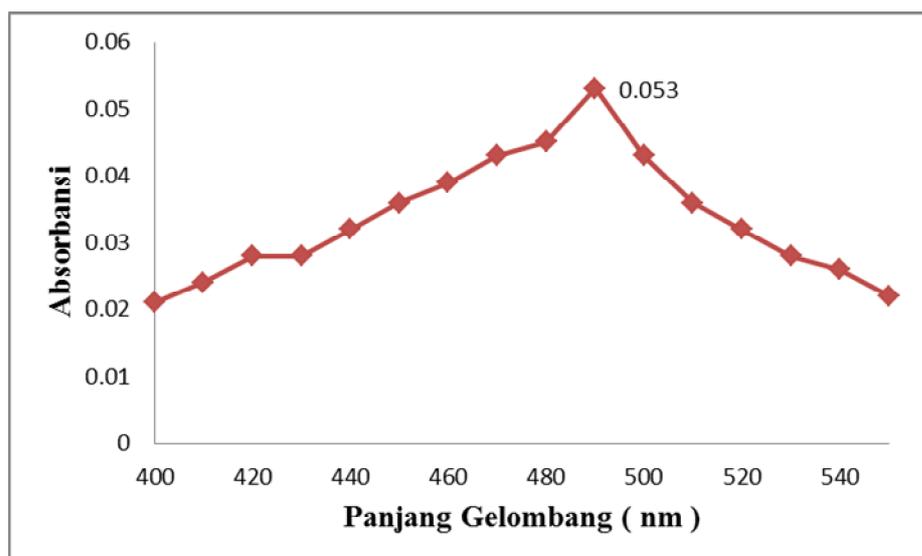
G. Scanning Panjang Gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa

1. Tabel absorbansi dekstran 100-200 kDa pada panjang gelombang 410-550 nm

| Panjang gelombang (nm) | Absorbansi | | | Rata-rata |
|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | |
| 400 | 0,021 | 0,021 | 0,022 | 0,021 |
| 410 | 0,024 | 0,023 | 0,024 | 0,024 |
| 420 | 0,028 | 0,028 | 0,029 | 0,028 |
| 430 | 0,028 | 0,028 | 0,028 | 0,028 |
| 440 | 0,033 | 0,032 | 0,032 | 0,032 |
| 450 | 0,036 | 0,035 | 0,036 | 0,036 |
| 460 | 0,039 | 0,039 | 0,038 | 0,039 |
| 470 | 0,043 | 0,043 | 0,044 | 0,043 |
| 480 | 0,045 | 0,046 | 0,045 | 0,045 |
| 490 | 0,053 | 0,053 | 0,052 | 0,053 |
| 500 | 0,044 | 0,043 | 0,043 | 0,043 |
| 510 | 0,036 | 0,036 | 0,035 | 0,035 |
| 520 | 0,032 | 0,033 | 0,032 | 0,032 |
| 530 | 0,028 | 0,028 | 0,027 | 0,028 |
| 540 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,026 |
| 550 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,022 |

Keterangan : * Panjang Gelombang Optimum

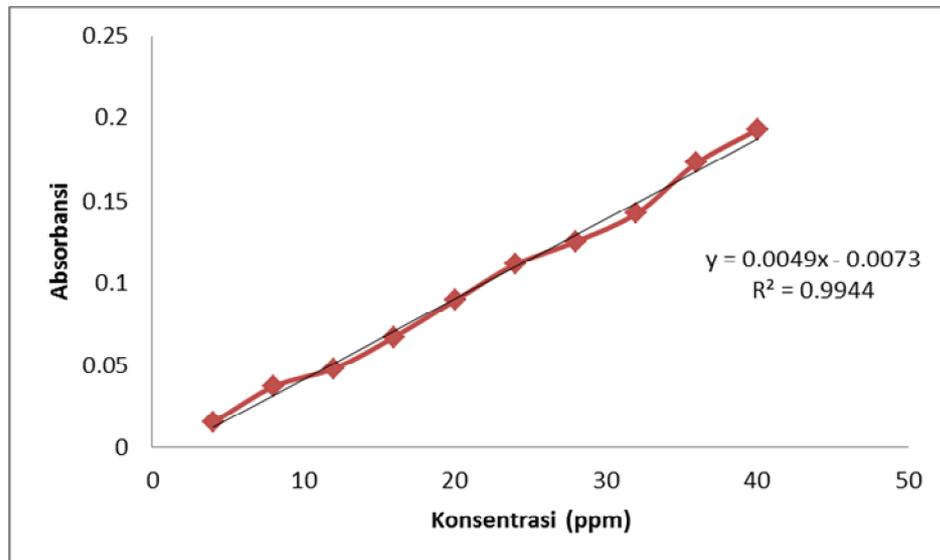
2. Grafik panjang gelombang optimum dekstran 100 - 200 kDa



3. Absorbansi dekstran 100-200 kDa

| Konsentrasi Dekstran [ppm] | Absorbansi | | | Rata-rata |
|----------------------------------|------------|-------|-------|-----------|
| | U1 | U2 | U3 | |
| 4 | 0,014 | 0,017 | 0,016 | 0,015 |
| 8 | 0,037 | 0,037 | 0,039 | 0,037 |
| 12 | 0,049 | 0,048 | 0,047 | 0,048 |
| 16 | 0,068 | 0,066 | 0,067 | 0,067 |
| 20 | 0,088 | 0,089 | 0,089 | 0,089 |
| 24 | 0,111 | 0,113 | 0,109 | 0,111 |
| 28 | 0,124 | 0,127 | 0,126 | 0,125 |
| 32 | 0,142 | 0,141 | 0,143 | 0,142 |
| 36 | 0,174 | 0,172 | 0,175 | 0,173 |
| 40 | 0,192 | 0,194 | 0,194 | 0,193 |

4. Kurva kalibrasi dekstran 100-200 kDa



| | | | | | | | | |
|-----|--------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|
| 4 % | 1 | 0,057 | 16,00 | 400,00 | 0,156 | 40,75 | 1018,75 | 60,74 |
| | 2 | 0,055 | 15,50 | 387,50 | 0,154 | 40,25 | 1006,25 | 61,49 |
| | 3 | 0,056 | 15,75 | 393,75 | 0,156 | 40,75 | 1018,75 | 61,35 |
| | rerata | | | | | | | 61,16 |

Contoh perhitungan konsentrasi permeat dan retentat

Nilai koefisien rejeksi membran CA diperoleh dari persamaan berikut :

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

1. Rejeksi membran untuk dekstran 100-200 kDa pada konsentrasi 4 % SDS :

Dari persamaan garis $y = 0,004x - 0,007$

Absorbansi permeat = 0,056

$$0,056 = 0,004x - 0,007$$

$$0,063 = 0,004x$$

$$x = 15,75$$

$$\begin{aligned} [\text{permeat}]_{\text{sebenarnya}} &= 15,75 \times F_p \\ &= 15,75 \times 25 \\ &= 393,75 \end{aligned}$$

Absorbansi retentat = 0,156

$$0,156 = 0,004x - 0,007$$

$$0,163 = 0,004x$$

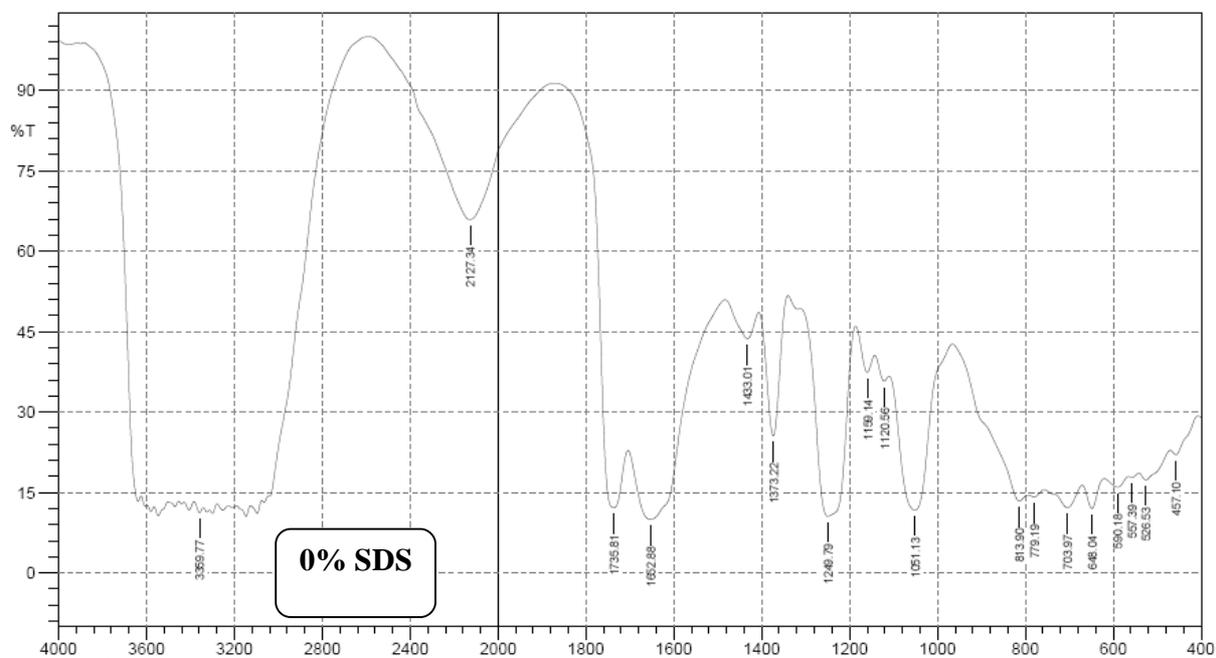
$$x = 40,75$$

$$\begin{aligned} [\text{retentat}]_{\text{sebenarnya}} &= 40,75 \times F_p \\ &= 40,75 \times 25 \\ &= 1018,75 \end{aligned}$$

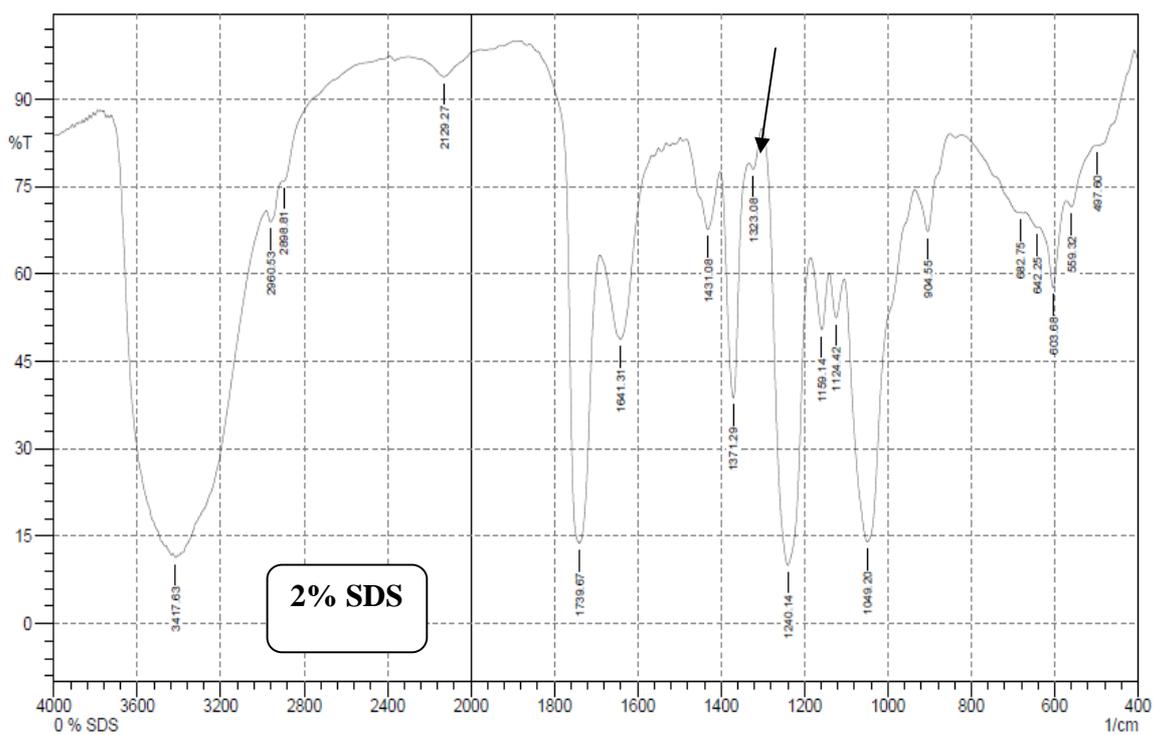
$$\begin{aligned} R &= (1 - 393,75/1018,75) \times 100 \% \\ &= (1 - 0,3865) \times 100 \% \\ &= 61,35 \% \end{aligned}$$

I. Spektra FTIR 0%, 2%, dan 4% SDS

A. 0% SDS



B. 2% SDS



C. 4% SDS

