



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN pH ASAM
LARUTAN NATRIUM LAURIL SULFAT TERHADAP PROSES
PEMISAHANNYA PADA MEMBRAN SELULOSA ASETAT**

SKRIPSI

Oleh :

ELIS NUR FARIDA

NIM 071810301080

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



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN pH ASAM
LARUTAN NATRIUM LAURIL SULFAT TERHADAP PROSES
PEMISAHANNYA PADA MEMBRAN SELULOSA ASETAT**

SKRIPSI

Oleh :

ELIS NUR FARIDA

NIM 071810301080

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



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN pH ASAM
LARUTAN NATRIUM LAURIL SULFAT TERHADAP PROSES
PEMISAHANNYA PADA 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 :

**ELIS NUR FARIDA
NIM 071810301080**

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

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim. Syukur alhamdulillah atas segala rahmat dan ridhomu Ya Allah. Shalawat dan salam selalu tercurahkan untuk Nabi Agung Muhammad SAW. Skripsi ini semoga dapat menjadi akhir yang indah dan awal yang lebih baik bagi langkah saya di masa depan.

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

1. Almamater Tercinta, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. ibu (Ibu Maimunah) dan bapak (Bapak Sayuti). 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;
3. kakak tersayang (Masyhuri, Ustman Yasin, Kuntarto D.H), adik (Zeskia, A.Billah S, Echa, Jevi), Wildan Yani Ashari tercinta beserta keluarga dan semua keluarga besar saya. Tidak ada yang mudah dalam hidup ini, tetapi tidak ada yang tidak mungkin untuk dikerjakan. Terimakasih buat doa dan semangat yang selalu diberikan buat saya;
4. bapak Ibu guru TK Muslimat NU 48 Ampel; SD NU 05 Ampel Wuluhan; SLTPN 1 Wuluhan; MAN Jember 2; Ustadz, Ustadzah yang mengajari saya mengaji; Bapak-Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember;
5. teman-teman kos kalimantan (Salun, Elok, Dian, Mb Siska, Mb Rina), Ratih, Lila, Mely, Mike terima kasih atas kebersamaannya selama ini.

MOTTO

**“Tidak ada namanya GAGAL!!!, yang ada hanya SUKSES atau BELAJAR!!!,
Bila tidak SUKSES maka itu artinya kita masih harus BELAJAR hingga
sukses”
(Tung Desem Waringin) ***

**“Sukses adalah hasil 1% yg berasal dari 99% kegagalan”
(Mario Teguh) ****

*) Desem, Tung. W. 2013. *kata-kata bijak dan motivasi super*. <http://kata-kata-bijak-dan-motivasi-super-tung-desem-waringin.html>

**) Teguh, Mario. 2013. *1001 kata-kata bijak dan motivasi mario teguh*. <http://1001-kata-kata-bijak-dan-motivasi-mario-teguh.html>

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elis Nur Farida

NIM : 071810301080

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ”*Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan Natrium Lauril Sulfat Terhadap Proses Pemisahannya Pada Membran Selulosa Asetat*” 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 Mei 2013

Yang menyatakan,

Elis Nur Farida
NIM 071810301080

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DAN pH ASAM
LARUTAN NATRIUM LAURIL SULFAT TERHADAP PROSES
PEMISAHANNYA PADA MEMBRAN SELULOSA ASETAT**

Oleh

ELIS NUR FARIDA

NIM 071810301080

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Ika Oktavianawati, S.Si, M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan Natrium Lauril Sulfat Terhadap Proses Pemisahannya Pada Membran Selulosa Asetat* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

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

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama,



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

Dosen Pembimbing Anggota,



Ika Oktavianawati S.Si., M.Sc.
NIP. 198010012003122001

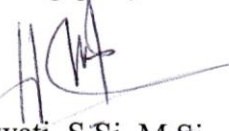
Anggota Tim Penguji

Penguji I,



Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D.
NIP 195910091986021001

Penguji II,



Asnawati, S.Si, M.Si
NIP 196808141999032001



Mengesahkan
Dekan HMIPA,

Prof. Drs. Kusto DEA, Ph.D
NIP 1961101081986021001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan Natrium Lauril Sulfat Terhadap Proses Pemisahannya Pada Membran Selulosa Asetat; Elis Nur Farida, 071810301080; 2013: 45 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penggunaan teknologi pemisahan merupakan hal penting dalam proses industri. Salah satu teknik pemisahan yang umum digunakan adalah teknologi membran. Pemilihan teknik ini didasarkan pada beberapa keunggulan utama yang tidak dimiliki oleh teknologi pemisahan lain, diantaranya adalah pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu, kebutuhan energi umumnya rendah, dapat dengan mudah dikombinasi dengan proses pemisahan lain (*hybrid*), dan ramah lingkungan.

Salah satu jenis membran adalah membran ultrafiltrasi. Ukuran molekul yang dapat lolos melewati membran ultrafiltrasi berkisar antara 10^4 – 10^8 dalton. Material membran ultrafiltrasi yang berkembang saat ini adalah membran selulosa asetat. Teknik yang sering digunakan dalam proses pembuatan membran ultrafiltrasi selulosa asetat ada salah satu yaitu inversi fasa. Inversi fasa merupakan proses perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Permeabilitas membran selulosa asetat terhadap pemisahan NaLS (*Natium Lauril Sulfat*) di bawah KKM (*Konsentrasi Kritis Misel*), menghasilkan fouling lebih kecil dan memburuk dengan peningkatan konsentrasi NaLS, sehingga selulosa asetat ini dapat digunakan untuk pemisahan surfaktan anionik dengan baik pada konsentrasi di bawah KKM. Parameter yang menentukan kinerja membran ultrafiltrasi selulosa asetat terhadap pemisahan NaLS meliputi fluks dan permselektivitas.

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik ini berlangsung dalam lima tahap. Pada tahap pertama dilakukan proses pembuatan larutan buffer campuran asam sitrat 1,94 g dan Na_2HPO_4 5,36 g. Selanjutnya penentuan KKM dengan variasi

konsentrasi larutan NaLS dari 0,001 M-0,012 M dengan variasi pH asam (3-6) yang diukur konduktivitasnya. Tahap selanjutnya dilakukan karakterisasi membran yang meliputi uji kinerja membran (fluks dan faktor rejeksi). Pengujian fluks membran terdiri atas penentuan waktu kompaksi dan uji fluks air. Faktor rejeksi membran ditentukan dengan mengukur konsentrasi permeat dan retentat dari larutan dekstran. Jenis larutan yang dipakai untuk uji rejeksi yaitu larutan dekstran dengan berat molekul 100-200 kDa dengan konsentrasi 1000 ppm. Tekanan operasional yang digunakan untuk uji kompaksi dan fluks adalah 2 bar; untuk uji koefisien permeabilitas membran terhadap air tekananya adalah 1.10^5 ; $1,5.10^5$; 2.10^5 ; $2,5.10^5$; 3.10^5 Pa, dan untuk uji faktor rejeksi adalah 2.10^5 Pa. Tahap terakhir adalah proses pemisahan surfaktan anionik natrium lauril sulfat dengan menggunakan membran selulosa asetat yang sudah masuk dalam klasifikasi membran ultrafiltrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengujian fluks air diperoleh data fluks (L/m^2jam) sebesar 1,0417. Waktu kompaksi diperoleh nilai konstan pada menit ketujuh, 1,043 L/m^2jam . Sedangkan koefisien permeabilitas (L_p) adalah 0,858 L/m^2jam . Koefisien rejeksi (%) dekstran 100-200 kDa adalah 91,93.

Tahap awal sebelum dilakukan proses pemisahan natrium lauril sulfat adalah penentuan nilai konsentrasi kritis misel (KKM). Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai konsentrasi kritis misel dari natrium lauril sulfat pH 3, 4, 5, 6 adalah 0,00398 M; 0,00469 M; 0,00571 M; 0,00669 M. Tahap selanjutnya dilakukan proses pemisahan natrium lauril sulfat pada saat konsentrasi di bawah nilai KKM yaitu konsentrasi 0,001 M, 0,002 M dan 0,003 M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fluks NaLS tertinggi pada larutan NaLS 0,001 M pada semua pH memiliki nilai fluks (L/m^2jam) NaLS sebesar 0,855; 0,823; 0,792; 0,769. Koefisien rejeksi dan massa teradsorb membran terhadap NaLS tertinggi pada larutan NaLS 0,003 M pada semua pH memiliki nilai koefisien rejeksi (%) dan massa teradsorb (g) NaLS sebesar 99,446, 0,0401; 99,501, 0,0408; 99,563; 0,0394; 99,646 , 0,0396.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan Natrium Lauril Sulfat Terhadap Proses Pemisahannya Pada 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 dan Ibu Ika Oktavianawati, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D., dan Ibu Asnawati, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. dosen-dosen FMIPA umumnya dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. teman seperjuangan dalam penelitian Membran Groups (Yekti, Henry, Eka, Heni dan Nanda) yang telah banyak membantu terselesainya skripsi ini, terimakasih untuk bantuan, motivasi dan kerja samanya;

7. teman-teman seperjuangan kimia 07 (Aris, Deni, Rahmad, Vera, Sintia, Ratih, Mike, Meli, Lila) terimakasih atas dukungan, bantuan dan perhatiannya selama ini;
8. semua teman-teman kimia mulai dari angkatan 2006 sampai 2008 terimakasih atas motivasi, semangat, dukungan, bantuan, dan nasehatnya;
9. Mas Budi, Mas Budi, Mas Darma, Mas Maryono, Mas Dulkolim, Mbak Sari dan Bu Harti yang telah banyak membantu;
10. 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 Mei 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 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Membran	5
2.1.1 Klasifikasi Membran	6
2.2 Ultrafiltrasi	8
2.3 Material Membran	9
2.3.1 Selulosa Asetat	10

2.3.2 Dimetil Ftalat	12
2.4 Dekstran	13
2.5 Surfaktan	13
2.5.1 Klasifikasi Surfaktan	14
2.5.2 Konsentrasi Kritis Misel	15
2.5.3 Natrium Lauril Sulfat.....	17
2.5.4 Mekanisme Filtrasi Natrium Lauril Sulfat.....	18
2.6 Karakterisasi Membran.....	19
2.6.1 Uji Kinerja Membran.....	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.2.1 Alat Penelitian	23
3.2.2 Bahan Penelitian.....	23
3.3 Rancangan Penelitian.....	24
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Penyiapan Larutan Buffer	24
3.4.2 Pembuatan Larutan NaLS 0,1M dengan variasi konsentrasi pH asam	25
3.4.3 Penentuan Konsentrasi Kritis Misel (KKM).....	25
3.4.4 Preparasi Larutan Membran.....	27
3.4.5 Penentuan Fluks Air	27
3.4.6 Penentuan Koefisien Rejeksi Membran terhadap Larutan Dekstran	28
3.4.7 Aplikasi membran pada pemisahan NaLS.....	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Penentuan Konsentrasi Kritis Misel Natrium Lauril Sulfat	31

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan NaLS pH asam terhadap nilai KKM.....	32
4.2 Uji Kinerja Membran	33
4.3 Karakteristik Kinerja Membran Selulosa Asetat pada Pemisahan Natrium Lauril Sulfat	36
4.3.1 Pengaruh Konsentrasi dan pH asam Larutan NaLS di bawah KKM terhadap Fluks	37
4.3.2 Pengaruh Konsentrasi dan pH asam Larutan NaLS di bawah KKM terhadap Rejeksi Membran Ultrafiltrasi....	38
BAB 5. PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat Fisik Natrium Lauril Sulfat	18
3.1 Pembuatan Larutan Buffer pH 3-6	25
3.2 Pembuatan NaLS dengan Variasi Konsentrasi	26
4.1 Nilai Rejeksi membran Selulosa Asetat terhadap Dekstran 100-200 kDa..	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sistem dua fase yang dipisahkan oleh membran	5
2.2 Skema Klasifikasi Membran	6
2.3 Skema Sistem Operasi Membran	7
2.4 Struktur Selulosa Asetat.....	12
2.5 Struktur Dimetil Ftalat	12
2.6 Molekul Surfaktan	14
2.7 Pembentukan Misel	16
2.8 Struktur Molekul Surfaktan dalam suatu Sistem Emulsi	16
2.9 Struktur Natrium Lauril Sulfat	17
2.10 Grafik penentuan nilai permeabilitas.....	20
3.1 Diagram Alir Penelitian	24
3.2 Grafik Penentuan Nilai KKM.....	26
3.3 Pembuatan membran pori asimetrik	27
3.4 Set alat ultrafiltrasi.....	28
4.1 Hubungan pH asam (3-6) larutan NaLS terhadap KKM	32
4.2 Koefisien permeabilitas membran selulosa asetat	34
4.3 Kurva kalibrasi dekstran 100-200 kDa	36
4.4 Perbandingan fluks larutan NaLS pada pH asam 3-6.....	38
4.5 % rejeksi larutan NaLS pada pH 3-6	40
4.6 Massa terdsorb NaLS.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Penentuan Nilai Konsentrasi Kritis Misel (KKM) NaLS	46
A.1 Nilai KKM NaLS pH 3.....	46
A.2 Nilai KKM NaLS pH 4.....	47
A.3 Nilai KKM NaLS pH 5.....	48
A.4 Nilai KKM NaLS pH 6.....	49
B. Pengukuran Kompaksi Membran	50
B.1 Tabel Pengukuran Kompaksi Membran	50
B.2 Fluks Air Membran Selulosa Asetat.....	50
B.3 Scanning Panjang Gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa.....	51
B.4.1 Tabel Absorbansi Dekstran 100-200 kDa pada panjang gelombang 410-450 nm.....	51
B.4.2 Grafik Panjang Gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa	52
B.4.3 Absorbansi Dekstran 100-200 kDa.....	52
B.4.4 Kurva Kalibrasi Dekstran 100-200 kDa.....	53
B.4.5 Koefisien Rejeksi Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS	53
C. Karakter Kinerja Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS.....	54
C.1 Fluks Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS	54
C.2 Rejeksi Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS	55
C.3 Massa teradsorb NaLS pada Membran Selulosa Asetat	56

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan teknologi pemisahan merupakan hal penting dalam proses industri. Salah satu teknik pemisahan yang umum digunakan adalah teknologi membran. Pemilihan teknik ini didasarkan pada beberapa keunggulan utama yang tidak dimiliki oleh teknologi pemisahan lain, diantaranya adalah pemisahan dapat dilakukan secara kontinyu, kebutuhan energi umumnya rendah, dapat dengan mudah dikombinasi dengan proses pemisahan lain (*hybrid*), dan ramah lingkungan. Selain itu desain unit-unit membran sangat sederhana, tidak memerlukan ruangan yang luas, tidak memerlukan banyak peralatan tambahan dan mudah dioperasikan dalam hal energi (Wenten, 2000).

Membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi mempunyai bentuk struktur asimetrik dengan lapisan atas lebih rapat (ukuran pori lebih kecil) dan porositas permukaan lebih rendah dibanding lapisan bawah, akibatnya ketahanan hidrodinamik lebih tinggi (Gruenwendel dan Whitaker, 1987). Ukuran molekul yang dapat lolos melewati membran ultrafiltrasi berkisar antara 10^4 – 10^8 dalton (Mulder, 1996). Material membran ultrafiltrasi yang berkembang saat ini adalah membran selulosa asetat, seperti yang telah diteliti oleh Kartika (2010) dan Lutfiah (2010) yang meneliti pengaruh variasi konsentrasi larutan NaLS di atas dan di bawah Konsentrasi Kritis Misel. Kelebihan selulosa asetat sebagai material membran adalah mudah untuk diproduksi dan bahan mentahnya merupakan sumber yang dapat diperbarui. Kekurangan membran selulosa asetat ini adalah sangat sensitif terhadap pH (pH 2 - 8) dan biodegradable yaitu sangat rentan terhadap mikroba yang ada di alam (Wenten, 2000).

Majewska dan Kowalska (2005) telah mengamati bahwa permeabilitas membran selulosa asetat terhadap pemisahan NaLS (*Natrium Lauril Sulfat*) di bawah KKM (0,00002; 0,00005; 0,00035; 0,00104; 0,00208 M) menghasilkan fouling lebih kecil dan memburuk dengan peningkatan konsentrasi NaLS, sehingga selulosa asetat ini dapat digunakan untuk pemisahan surfaktan anionik dengan baik pada konsentrasi di bawah KKM (*Konsentrasi Kritis Misel*).

Besarnya nilai KKM berpengaruh terhadap ukuran molekul dari NaLS tersebut. Bila konsentrasi NaLS berada di atas konsentrasi kritis miselnya maka akan terbentuk misel sehingga molekulnya besar, sedangkan jika konsentrasi surfaktan NaLS berada di bawah nilai KKM, molekul yang terbentuk kecil karena masih dalam bentuk monomernya. Perbedaan bentuk molekul tersebut akan berpengaruh terhadap proses pemisahan menggunakan membran. Surfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis surfaktan anionik yaitu *Natrium Lauril Sulfat* (NaLS). Menurut Lutfiah (2010) fluks NaLS dengan konsentrasi di bawah KKM pada pH asam untuk membran selulosa asetat konsentrasi 0,002M; 0,004M; 0,006M; 0,008M berturut-turut sebesar 4,304 L/m².Jam, 4,026 L/m².Jam, 4,318 L/m².Jam dan fluks NLS dengan konsentrasi di atas KKM sebesar 3,762 L/m².Jam, 3,781 L/m².Jam, 3,920 L/m².Jam.

Rahman dan Brown (1981), menyatakan bahwa perubahan pH juga mempengaruhi molekul-molekul surfaktan, di mana pada pH rendah (di bawah 4), KKM larutan NaLS juga menurun dan relatif konstan pada pH tinggi. Berdasarkan uraian ini dapat disimpulkan bahwa variasi pH larutan NaLS juga berpengaruh terhadap nilai KKM. Menurut Lutfiah (2010) pada pH asam nilai KKM dicapai pada konsentrasi yang lebih rendah daripada pH basa dan netral. Semakin rendah nilai KKM yang diperoleh maka semakin mudah misel terbentuk. Misel yang terdapat pada larutan NaLS lebih banyak sehingga konsentrasi retentat akan lebih besar dibandingkan pada pH basa dan netral, di mana nilai KKM pada pH asam adalah $0,0047 \pm 0,000014M$, pada pH netral $0,0081 \pm 0,000230M$, pH basa $0,0087 \pm 0,000094M$ (Lutfiah,2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan mempelajari pengaruh variasi konsentrasi larutan NaLS di bawah nilai KKM yaitu pada konsentrasi NaLS yang digunakan antara 0,001 - 0,003 M serta pengaruh variasi pH asam NaLS terhadap kinerja membran selulosa asetat secara ultrafiltrasi, di mana Variasi yang digunakan untuk penentuan KKM adalah 0,001 M-0,012 M.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi pH asam NaLS terhadap nilai KKM-nya dan uji kinerja fluks dan rejeksi membran ultrafiltrasi selulosa asetat?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi NaLS di bawah nilai KKM terhadap uji kinerja fluks dan rejeksi membran ultrafiltrasi selulosa asetat?

1.3 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh variasi konsentrasi NaLS di bawah KKM dalam proses pemisahan NaLS dengan membran ultrafiltrasi selulosa setat.
2. Mempelajari pengaruh variasi konsentrasi pH asam NaLS terhadap nilai KKM-nya dan kinerja membran ultrafiltrasi selulosa asetat.

1.4 Batasan masalah

1. Variasi konsentrasi larutan NaLS yang digunakan yaitu konsentrasi di bawah nilai KKM dari larutan NaLS yaitu 0,001 M; 0,002 M; 0,003 M.
2. pH asam yang digunakan adalah pH 3-6
3. Membran ultrafiltrasi yang digunakan adalah membran selulosa asetat dengan menggunakan metode inversi fasa, dengan MWCO membran 100 – 200 kDa.
4. Karakter membran yang diuji adalah kinerja membran fluks dan rejeksi NaLS.

1.5 Manfaat

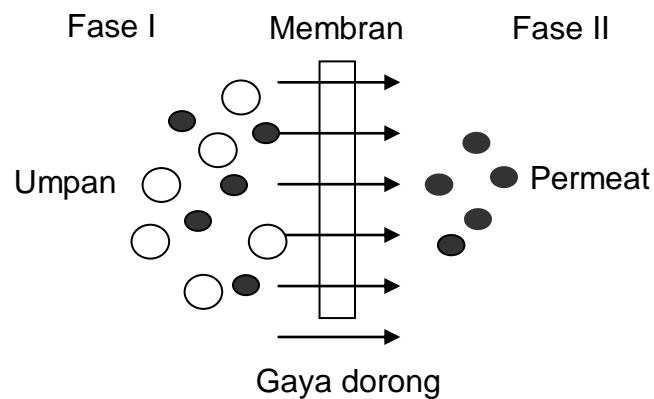
1. Dapat memberikan informasi tentang pengaruh variasi konsentrasi larutan NaLS terhadap proses pemisahannya menggunakan membran ultrafiltrasi.
2. Dapat memberikan informasi tentang pengaruh variasi pH larutan NaLS terhadap nilai KKM-nya dan proses pemisahannya menggunakan membran ultrafiltrasi
3. Studi lebih lanjut tentang pemanfaatan dan pengaplikasian membran selulosa asetat terhadap pemisahan surfaktan natrium lauril sulfat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 permeabilitas, perbedaan koefisien difusifitas, 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.

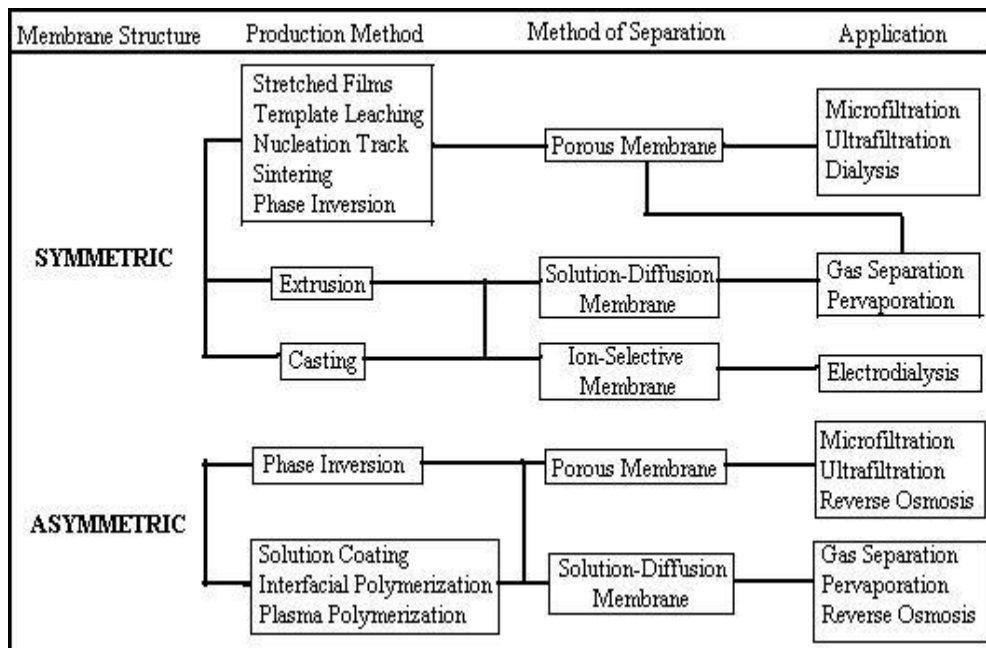


Gambar 2.1 Sistem dua fase yang dipisahkan oleh membran (Mulder Tahun 1996)

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).

2.1.1 Klasifikasi Membran

Ada beberapa jenis membran, dimana klasifikasinya dapat dilakukan atas dasar beberapa aspek . Berdasarkan asalnya membran dibagi menjadi membran alami dan sintetik. Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat, sedangkan contoh membran sintetik adalah polisulfon (PSf), polikarbonat, poli(akrilonitril) (PAN), poli(vinilidena fluorida) (PVDF), poli(vinil klorida) (PVC) (Cheryan, 1986). Secara umum klasifikasi membran berdasarkan struktur pori dapat dilihat pada gambar 2.2.

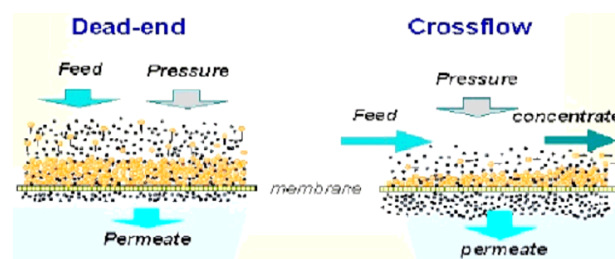


Gambar 2.2 Skema klasifikasi membran (Timoti,2005).

Berdasarkan material yang digunakan, membran dapat diklasifikasikan menjadi membran polimer, *liquid membrane* (membran cair), keramik, dan membran penukar ion (kation/anion). Didasarkan pada konfigurasi, membran dapat diklasifikasikan menjadi membran lembaran (*flat*), lilitan spiral (*spiral wound*), tubular, dan emulsi (Wenten, 2000).

Berdasarkan struktur dan prinsip pemisahan yang digunakan, membran dibagi atas membran berpori (misal: ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi); membran nonpori (seperti dalam pervaporasi dan dialisis) dan membran pembawa (*carrier*) seperti membran cair (Wenten, 2000). Sedang berdasarkan geometri porinya, dibedakan atas membran asimetrik dan simetrik (Gruenwedel & Whitaker, 1987).

Berdasarkan sistem operasinya dibedakan atas sistem dead-end dan crossflow ditunjukkan oleh gambar 2.3



Gambar 2.3 Skema sistem operasi membran (Sharma, tanpa tahun)

Sistem operasi *dead-end* arah aliran umpan tegak lurus terhadap membran. Sistem ini mempunyai kelemahan yaitu cenderung mengakibatkan fouling yang tinggi karena terbentuknya lapisan (*cake*) di permukaan membran pada sisi umpan. Ketebalan *cake* meningkat terhadap waktu sehingga fluks mengalami penurunan hingga mencapai nol (Wenten, 2000). Sistem operasi *cross-flow* mempunyai arah umpan dialirkan secara aksial (sejajar) dengan permukaan membran, pembentukan *cake* yang terjadi sangat lambat karena tersapu oleh gaya geser yang disebabkan oleh aliran *cross-flow* umpan (Wenten, 2000).

Secara garis besar berbagai jenis proses membran berdasarkan ukuran pori membran sebagai berikut:

a. Mikrofiltrasi

Garam-garam tidak dapat direjeksi oleh membran mikrofiltrasi. Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi memiliki ukuran pori antara 0,05 sampai 10 μm . Mikrofiltrasi banyak

digunakan pada berbagai macam aplikasi di industri, terutama untuk pemisahan partikel berukuran $> 0,1 \mu\text{m}$ dari larutannya.

b. Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi berada di antara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara $0,05 \mu\text{m}$ 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. Ukuran molekul yang dapat lolos melewati membran ultrafiltrasi berkisar antara $10-10^5 \text{ kDa}$ (Wenten, 2000).

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 rapat 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. Umumnya, membran reverse osmosis memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan rapat serta matrik penyokong dengan tebal 50 sampai $150 \mu\text{m}$ (Wenten, 2000).

d. Nanofiltrasi

Membran nanofiltrasi mempunyai ukuran pori antara $2-5 \text{ nm}$ dan dapat digunakan untuk memisahkan garam-garam misalnya NaCl dan MgSO_4 . Nanofiltrasi mempunyai permeabilitas yang lebih tinggi pada tekanan yang lebih rendah dibanding dengan RO.

2.2 Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi (UF) berada diantara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara $0,05 \mu\text{m}$ 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 (Mulder, 1996). 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 hidrodinamikanya lebih tinggi (Wenten, 2000).

Membran-membran ultrafiltrasi secara komersial biasanya dibuat dari material-material polimer dan teknik yang digunakan adalah teknik inversi fasa. 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).

2.3 Material Membran

Material membran umumnya terbentuk dari bahan polimer. Pemilihan polimer sebagian 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 (harga fluks yang merupakan volume permeat yang melewati tiap satuan luas permukaan membran per satuan waktu.). Dengan demikian faktor struktur seperti berat molekul, fleksibilitas rantai, interaksi rantai akan mempengaruhi sifat material membran.

Semua polimer pada dasarnya dapat digunakan sebagai material membran, tetapi karena perbedaan sifat fisik dan kimia yang sedemikian banyaknya sehingga jumlahnya hanya dibatasi untuk penggunaan praktis. Polimer untuk membran dibagi menjadi dua kelompok yaitu membran dengan pori terbuka yang dipakai untuk ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi dan membran nonpori yang dipakai untuk pemisahan

gas dan prevaporasi (Mulder, 1996). Ada beberapa jenis material membran ultrafiltrasi yang sering digunakan dalam penelitian diantaranya polysulfon/polyethersulfon, polyacrylonitrile, cellulosa esters, polyamide/polyetheramide, poly(vinylidene fluoride) (Mulder, 1996). Membran yang digunakan pada penelitian ini adalah selulosa asetat. Banyak penelitian yang menggunakan membran selulosa asetat diantaranya selulosa asetat untuk pemekatan enzim α -amilase (Nasir dan Cynthia, 2000), modifikasi dan karakterisasi membran selulosa asetat untuk proses filtrasi (Fauzi, 2010), dan pemisahan surfaktan anionik sodium dodesil sulfat (Kartika, 2010).

2.3.1 Selulosa Asetat

Bahan mentah selulosa asetat (SA) adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang tersusun atas satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida β -1,4 antar molekul glukosa penyusunnya. Selulosa membentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan. Ketegaran 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 hidrogen (Fessenden, 1989). Berat molekulnya bervariasi antara 500.000-1.500.000 yang tiap unitnya mempunyai berat molekul 3000-9000. Setiap unit glukosa mengandung 3 gugus hidroksil yang sangat tidak reaktif. Selulosa mempunyai sifat seperti kristalin dan tidak mudah larut dalam air walaupun polimer ini sangat hidrofilik. Hal ini disebabkan oleh sifat kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antara gugus hidroksil (Mulder, 1996).

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

Selulosa asetat merupakan ester yang paling penting yang berasal dari asam organik, digunakan untuk pabrik cat laker, plastik, film dan benang. Bila

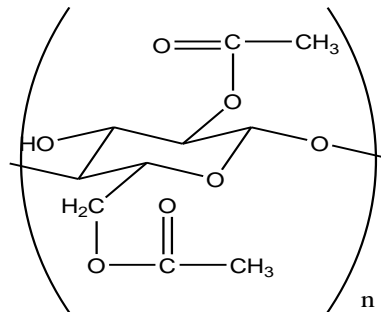
dibandingkan dengan selulosa nitrat, selulosa asetat tidak mudah terbakar. Sifat-sifat teknis selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusi yang berperan terhadap kecocokannya dengan membuat plastik maupun kelarutannya dalam pelarut. Kriteria kedua adalah derajat polimerisasi, yang dinyatakan dengan kekentalan yang mempengaruhi sifat-sifat mekanik produk-produk dan kesanggupan kerjanya (Fengel dan Wegener, 1995).

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

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

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

Membran selulosa asetat banyak digunakan pada pemisahan surfaktan diantaranya Natrium Lauril Sulfat (NaLS). Lutfiah (2010) meneliti bahwa uji pemisahan NaLS membran selulosa asetat lebih baik dibanding membran poliamida. Namun Majewska dan Kowalska (2005) meneliti bahwa membran selulosa asetat berpotensi tinggi terhadap fouling, namun jika dibandingkan dengan Rifa'i (2010) membran poliamida lebih berpotensi tinggi fouling daripada selulosa asetat. Adapun struktur membran selulosa asetat ditunjukkan oleh gambar 2.4.

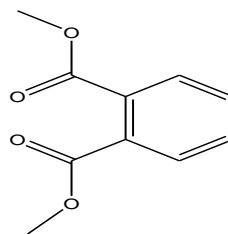


Gambar 2.4 Struktur Selulosa asetat (Saunders, 1994)

2.3.2 Dimetil Ftalat

Dimetil ftalat mempunyai rumus molekul C₁₀H₁₀O₄. 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 1, 1997).

Dimetil ftalat berbentuk cairan putih tanpa bau signifikan, mempunyai Titik nyala 300 ° F jika kontak dengan mata bisa menyebabkan iritasi parah dan kontak kulit langsung dapat meyebabkan iritasi ringan (Anonim, tanpa tahun). Dimetil ftalat juga mudah terbakar, dalam bentuk gas dimetil ftalat akan bereaksi dengan OH radikal. 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. Struktur Dimetil ftalat ditunjukkan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 struktur Dimetil ftalat (Anonim)

2.4 Dekstran

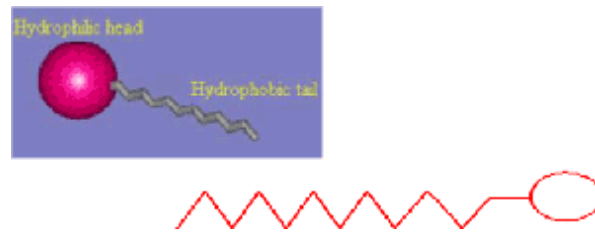
Dekstran merupakan glukosa dengan ikatan α -D-1,6-glukosa dengan rantai samping 1,3 yang terikat pada rantai C bopolimer. Derajat percabangan kira-kira 5%. Cabang ini sebagian besar terdiri dari 1-2 unit glukosa.

Dekstran bersifat fleksibel dan polimer yang panjang dan di dalam larutan berada sebagai gulungan yang dapat memanjang. Dekstran dengan mudah larut dalam air. pH tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kelarutannya. Larutan dapat dibuat pada konsentrasi (>50% berat/volume). Dekstran larut juga dalam pelarut lain, khususnya metal sulfide, formamida, etilen glikol dan gliserol. Dekstran tidak larut dalam monohidric alkohol, sebagai contoh methanol, etanol dan isopropanol dan juga kebanyakan keton seperti aseton dan 2-propanon.

Larutan dekstran biasanya digunakan sebagai salah satu larutan standart dalam perhitungan nilai selektivitas karena ketersediaan senyawa dekstran dalam spektrum massa molekul relatif yang luas (Radiman, 2002). Larutan dekstran dapat dengan mudah difiltrasi. Konsentrasi larutan dekstran yang lebih besar membutuhkan filter dan tekanan yang lebih besar untuk meningkatkan laju filtrasi. Laju filtrasi dapat ditingkatkan dengan menaikkan suhu. Luas sistem filter harus sesuai dengan volume dan konsentrasi larutan dekstran yang digunakan (Pharmacosmos, 2006).

2.5 Surfaktan

Surfaktan merupakan senyawa organik yang dalam molekulnya memiliki sedikitnya satu gugus hidrofilik dan satu gugus hidrofobik. Apabila ditambahkan ke suatu cairan pada konsentrasi rendah, maka dapat mengubah karakteristik tegangan permukaan dan antarmuka cairan tersebut. Antarmuka adalah bagian di mana dua fasa saling bertemu/kontak. Permukaan yaitu antarmuka di mana satu fasa kontak dengan gas, biasanya udara (Flider, 2001).



Gambar 2.6 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). Disamping itu, surfaktan akan terserap ke dalam permukaan partikel minyak atau air sebagai penghalang yang akan mengurangi penggabungan (*coalescence*) dari partikel yang terdispersi (Flider, 2001).

2.5.1 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 (Flider, 2001).

- a. Surfaktan anionik adalah senyawa yang bermuatan negatif dalam bagian aktif permukaan (*surface-active*) atau pusat hidrofobiknya (misalnya RCOO^- -Na, R adalah *fatty hydrophobe*) contoh: Natrium Lauril Sulfat (NaLS), Alkyl benzene sulfonate, Perfluorooctanoate (PFOA/ PFO) .
- b. Surfaktan kationik adalah senyawa yang bermuatan positif pada bagian aktif permukaan (*surface-active*) atau gugus antar muka hidrofobiknya (*hydrofobic surface-active*), contoh: hexadecyltrimethylammonium (HDTMA), Cetyl ammonium bromide (CTAB).

- c. Surfaktan nonionik adalah surfaktan yang tidak bermuatan atau tidak terjadi ionisasi molekul, contoh: gliserol monostearat, Dodecyl dimethylamine oxide.
- d. Surfaktan amfoterik adalah surfaktan yang mengandung gugus anionik dan kationik, dimana muatannya bergantung kepada pH, pH tinggi dapat menunjukkan sifat anionik dan pada pH rendah dapat menunjukkan sifat kationik, contoh: cocamidopropyl betaine, dodecyl betaine, coco ampho glycinate.

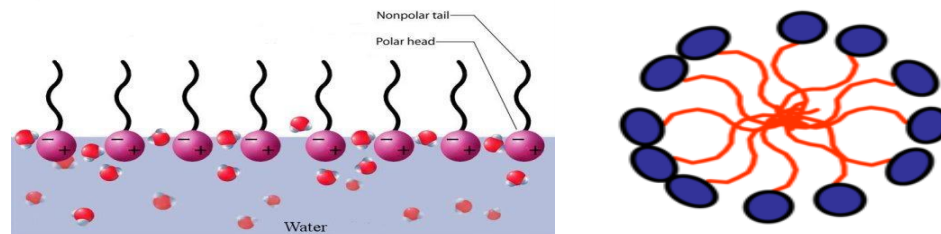
Surfaktan berbasis bahan alami dapat dibagi ke dalam empat kelompok dasar, yaitu ; (a) berbasis minyak-lemak, seperti monogliserida, digliserida, dan poligliserol ester, (b) berbasis karbohidrat, seperti alkil poliglukosida dan N-metil glukamida, (c) ekstrak bahan alami, seperti lesitin dan saponin,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

2.5.2 Konsentrasi Kritis Misel

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 Kritis Misel (KKM) (Ibnuhayyan,2008). 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.

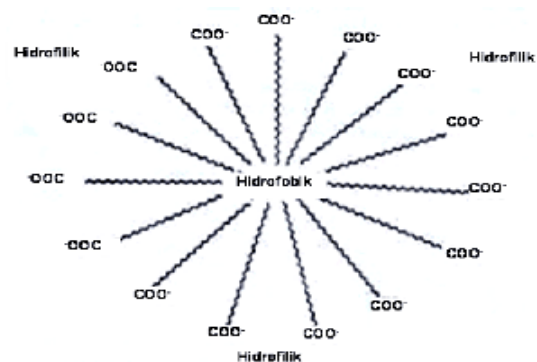
Bagian dalam misel tersusun dari rantai hidrokarbon surfaktan sedangkan bagian luar misel tersusun dari kepala ioniknya. Keseimbangan antara kecenderungan pembentukan struktur misel dan tolakan kepala ionik pada permukaan menentukan Konsentrasi Kritis Misel (KKM). Di bawah nilai KKM, penambahan surfaktan ke dalam larutan akan menyebabkan peningkatan jumlah pembawa muatan, misalnya Na^+ (aq) dan $\text{OSO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{25}$ (aq), sebagai akibatnya maka terjadi peningkatan konduktivitas. Di atas nilai KKM, penambahan surfaktan lebih lanjut akan meningkatkan konsentrasi kritis misel. Karena ukuran misel lebih besar daripada

monomer NaLS maka monomer NaLS akan bergerak lebih lambat dalam larutan sehingga menjadi pembawa muatan yang kurang efektif (Sukardjo, 1997). Gambar pembentukan misel ditunjukkan oleh gambar 2.7



Gambar 2.7 Pembentukan misel

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai KKM diantaranya suhu dan konsentrasi. Deret homolog surfaktan rantai hidrokarbon, nilai KKM-nya 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. Struktur molekul Surfaktan dalam suatu Sistem Emulsi ditunjukkan pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Struktur Molekul Surfaktan dalam suatu Sistem Emulsi (Flider, 2001)

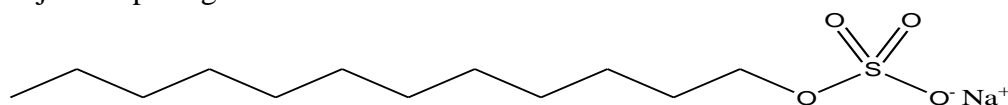
Cara penentuan KKM dapat menggunakan cara-cara penentuan besaran fisik yang menunjukkan perubahan dari keadaan ideal menjadi tak ideal. Di bawah KKM

larutan menjadi bersifat ideal sedangkan diatas 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 (Ibnuhayyan, 2008).

Penentuan konsentrasi kritis misel bertujuan untuk mengetahui konsentrasi surfaktan mulai terbentuk misel (di bawah dan di atas KKM) pada membran ultrafiltrasi. Analisis konsentrasi surfaktan NaLS dilakukan dengan metode konduktometri. Konduktometri merupakan metode analisis kimia berdasarkan daya hantar listrik. Daya hantar listrik larutan bergantung pada jenis dan konsentrasi ion di dalam larutan elektrolit. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan suatu ion di dalam larutan, ion yang mudah bergerak mempunyai daya hantar listrik yang besar. Kemampuan suatu zat terlarut untuk menghantarkan arus listrik disebut daya hantar ekivalen yang di definisikan sebagai daya hantar satu gram ekivalen zat terlarut di antara dua elektroda dengan jarak kedua elektroda 1cm (Hendayana, 1994). Pengukuran daya hantar listrik pada penelitian ini menggunakan konduktometer, alat ini terdiri dari 3 komponen yaitu: sumber listrik, sel untuk menyimpan larutan, dan jembatan (rangkaiian elektronik) untuk mengukur tahanan larutan.

2.5.3 Natrium Lauril Sulfat

Natrium Lauril Sulfat (NaLS) atau *Sodium Dodesil sulphate* ($C_{12}H_{25}SO_4Na$) adalah surfaktan anionik yang sering 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 ampifilik (Osman, 2007). Struktur senyawa NaLS ditunjukkan pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Struktur natrium lauril sulfat (anonim, 2011)

Sodium lauryl sulfate adalah nama pasaran dari natrium lauril sulfat yang merupakan surfaktan anionik. Seperti semua jenis surfaktan untuk deterjen (termasuk sabun), *sodium lauryl sulfate* dapat menghilangkan lemak dari kulit, tetapi dapat menyebabkan iritasi pada mata. Konsentrasi kritis misel (KKM) NaLS dalam air murni pada temperatur 25°C adalah 0,0082 M, dan jumlah agregatnya biasanya sekitar 50, derajat ionisasi miselnya (α) sekitar 0,3 (30%) (www.wikipedia.com). Lutfiah (2010) telah meneliti nilai KKM NaLS pada suhu 27 °C, pH 3 sebesar 0,0047 M dan pH 7 sebesar 0,0081 M serta pH 9 sebesar 0,0087 M. Sifat fisik dan kimia dari NaLS ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Fisik Natrium Lauril Sulfat

Rumus molekul	NaC ₁₂ H ₂₅ 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 : (www.wikipedia.com).

Natrium Lauril sulfat (NaLS), yang diperoleh dari proses sulfasi *lauryl* alkohol dan reaksi netralisasi dengan natrium karbonat, adalah surfaktan yang bersifat amfifilik karena memiliki rantai C₁₂ (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik). Adanya dua gugus fungsi dalam satu molekul, NaLS sangat bermanfaat sebagai pembersih dan deterjen. NaLS juga digunakan sebagai suatu agen pembasah di dalam produk tekstil, pembuatan sabun, pengemulsi kosmetika, dan pasta gigi (www.wikipedia.com).

2.5.4 Mekanisme filtrasi surfaktan Natrium Lauril Sulfat

Membran ultrafiltrasi adalah teknik pemisahan menggunakan membran yang berfungsi sebagai saringan molekul. Ultrafiltrasi memisahkan molekul terlarut berdasarkan ukuran molekul dengan melewatkan larutan tersebut pada filter

(membran). Ukuran pori pada membran ultrafiltrasi yang ke bawah lebih kecil daripada ukuran pori membrane yang menghadap ke atas, sehingga air akan sulit melewati membrane karena ukura pori yang menghadap ke bawah kecil, oleh karena itu air diberi tekanan melalui set alat ultrafiltrasi.

Larutan umpan yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan sodium dodesil sulfat, namun dalam pemisahan larutan NaLS ini hanya terjadi interaksi fisik, dimana larutan yang akan melewati membran adalah larutan Berat molekul yang dapat tertahan oleh membran ultrafiltrasi berkisar antara $10-10^5$ dalton (Wenten, 2000). Natrium Lauril Sulfat (NaLS) merupakan salah satu jenis surfaktan anionik yang bersifat amphifilik, molekul NaLS mempunyai ekor berupa rantai hidrokarbon C 12 yang larut dalam hidrokarbon dan pelarut non polar lain, serta kepala hidrofilik (gugus sulfat yang larut dalam pelarut polar). Salah satu khas surfaktan NaLS ketika larutan NaLS ini tertahan oleh membran, zat tersebut akan terakumulasi dan membentuk suatu lapisan didekat permukaan membran yang disebut polarisasi konsentrasi. Polarisasi konsentrasi pada membran menyebabkan penurunan fluks secara terus menerus dan penurunan fluks ini merupakan fungsi dari waktu (Notodarmojo, 2004). Peningkatan konsentrasi NaLS akibat polarisasi konsentrasi ini nantinya akan diukur konduktivitasnya.

2.6 Karakterisasi Membran

2.6.1 Uji Kinerja Membran

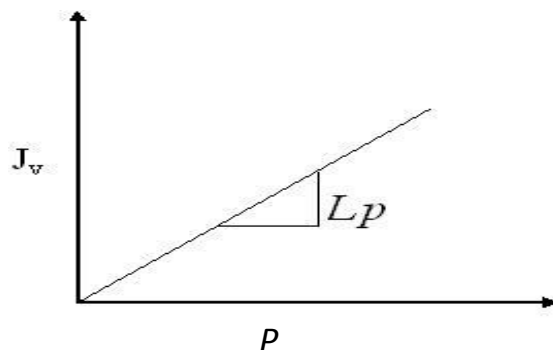
Kinerja suatu membran ditentukan oleh dua parameter, fluks dan selektifitas. Fluks volume adalah jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran persatuan waktu dan satuan luas permukaan membran. Permeabilitas akan menentukan harga fluks yang merupakan volume permeat yang melewati tiap satuan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

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

dimana:

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

Aliran selanjutnya sering dinotasikan sebagai fluks yang didefinisikan sebagai volume aliran yang melalui membran per unit area dan waktu. Beberapa satuan SI yang dipakai untuk menyatakan fluks antara lain: L/m^2 jam dan L/m^2 hari. Sebelum uji fluks, terlebih dahulu dilakukan kompaksi terhadap membran yang akan diuji. Kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran hingga diperoleh fluks air yang konstan. Penurunan fluks air akan terjadi karena adanya deformasi mekanik pada matriks membran akibat tekanan yang diberikan. Proses deformasi ini mengakibatkan terjadinya pemadatan pori membran, sehingga nilai fluks menjadi turun. Perlakuan tersebut akan menghasilkan nilai fluks untuk setiap tekanan pada membran, kemudian dibuat grafik nilai perubahan tekanan (sebagai sumbu X) dan nilai fluks (sebagai sumbu Y). Nilai L_p (konstanta permeabilitas) ditentukan dari nilai slope yang didapatkan pada setiap grafik (lihat gambar 2.10).



Gambar 2.10 Grafik penentuan nilai permeabilitas (L_p)

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

Permeabilitas bisa dinyatakan melalui persamaan 2.2 (Mulder, 1996)

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

dimana:

$$\begin{aligned} J_v &= \text{fluks air (L/m}^2\text{.jam)} \\ L_p &= \text{koefisien permeabilitas (L/m}^2\text{.jam.atm); dan} \\ \Delta P &= \text{perubahan tekanan.} \end{aligned}$$

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

Rejeksi diberikan oleh:

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

dimana :

$$\begin{aligned} R &= \text{koefisien rejeksi,} \\ C_p &= \text{Konsentrasi permeat,} \\ C_r &= \text{konsentrasi retentat} \end{aligned}$$

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

Parameter penentuan permeat adalah penentuan parameter pemisahan dengan melihat seberapa besar bagian dari zat terlarut yang direjeksi oleh membran (*pengukuran cut-off*). MWCO didefinisikan sebagai berat molekul yang dapat direjeksi sebesar 90% oleh membran. Nilai *cut off* pada membran sering sebagai suatu model yang absolute. Sebagai contoh membran yang mempunyai nilai *cut-off* 400.000 artinya semua zat terlarut yang mempunyai berat molekul lebih dari 400.000 akan terejeksi lebih dari 90%. Kerja membran pada kondisi nyata tidak akan sama dengan sifat instrinsik membran. Hal ini dikarenakan pada kondisi nyata kerja membran sangat dipengaruhi oleh adanya polarisasi konsentrasi dan fouling (Wenten, 2000).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pelaksanaan penelitian berlangsung mulai bulan Juli 2011 sampai bulan Februari 2013.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : peralatan glass, aluminium foil, kertas saring, neraca analitis, mikrometer, botol semprot, pengaduk magnetik, alat pencetak membran (pelat kaca dan lampu TL), selotip, bak koagulasi, stopwatch, satu set alat ultrafiltrasi modul flat sistem *dead-end*, kompresor, spektrofotometer UV/Vis, pH meter dan konduktometer.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan meliputi: selulosa asetat merk Sigma Aldrich (30.000 Da), dimetil ftalat (merk Schuchardt ; M = 194,19 g/mol; ρ = 1,19 g/mL, pa), aseton (merk Bratako; ρ = 0,79 g/mL, pa), dimetil sulfoksida (DMSO) (merk Schuchardt; M= 78,13 g/mol; ρ = 1,11 g/mL), aquades, dekstran (100-200 kDa) merk Sigma Aldrich, fenol 5% dan H₂SO₄ pekat (merk Schuchardt), natrium lauril sulfat (merk Schuchardt OHG), asam sitrat (merk Merck), Na₂HPO₄ (merk Merck).

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyiapan Larutan Buffer

pH yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH asam. Penyiapan larutan buffer pH 3, 4, 5, 6 dengan penyiapan campuran asam sitrat dan dinatrium hidrogen fosfat (Na_2HPO_4), dan pembuatan buffer.

- a. Penyiapan larutan dinatrium hidrogen fosfat (Na_2HPO_4) 0,2 M

Penyiapan larutan dinatrium hidrogen fosfat (Na_2HPO_4) dilakukan dengan cara melarutkan 5,36 g, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, setelah itu diencerkan di dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas dengan aquades dan didapat larutan Na_2HPO_4 dengan konsentrasi 0,2 M.

b. Penyiapan larutan Asam Sitrat 0,1 M

Penyiapan larutan asam sitrat dilakukan dengan cara melarutkan asam sitrat 1,94 g, setelah itu diencerkan di dalam labu ukur 100 mL sampai tanda batas dengan aquades.

c. Pembuatan larutan buffer

Penyiapan larutan buffer pH 3, 4, 5, 6 dilakukan dengan mencampurkan X (mL) dinatrium hidrogen fosfat (Na_2HPO_4) dan Y (mL) larutan asam sitrat dan sebanyak 20 mL. pH larutan dikontrol dengan menggunakan pH-meter. Pengambilan X mL (Na_2HPO_4) dan Y mL (larutan asam sitrat) larutan untuk masing-masing pH ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Pembuatan larutan buffer pH 3-6 (Svehla, 1979)

pH	X (mL)	Y (mL)
3	4,11	15,89
4	7,71	12,29
5	10,30	9,70
6	12,63	7,37

3.4.2 Pembuatan Larutan NaLS 0,1 M dengan variasi konsentrasi pH asam

Larutan induk NaLS 0,1 M asam dibuat dengan melarutkan 2,883 g NaLS dalam 100 mL larutan buffer pH (3-6). Larutan NaLS dengan variasi konsentrasi dan pH asam dengan cara mengencerkan x mL larutan 0,1 M dalam labu ukur 50 mL dengan larutan buffer pH asam (3, 4, 5, 6) sampai tanda batas. Adapun konsentrasi NaLS yang dibuat ditunjukkan pada tabel 3.2

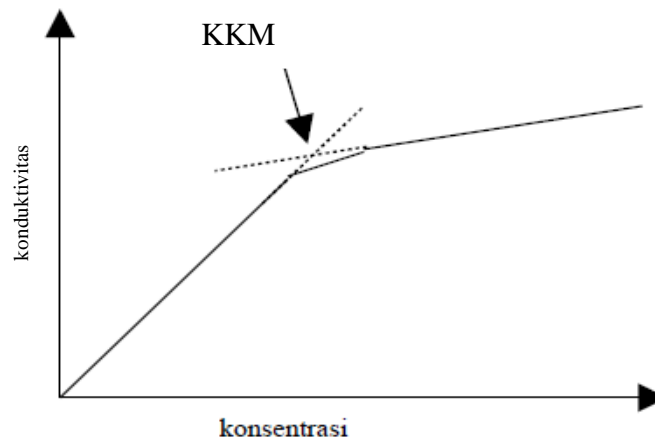
3.4.3 Penentuan Konsentrasi Kritis Misel (KKM)

Penentuan nilai KKM dari larutan NaLS berbagai variasi konsentrasi dan pH asam (3-6) didasarkan pada konduktivitas larutan surfaktan menggunakan metode konduktometri. Konduktivitas yang terukur dibuat grafik hubungan antara

konsentrasi larutan surfaktan terhadap konduktivitas larutan. Titik potong dari grafik merupakan nilai KKM, grafik nilai KKM ditunjukkan pada gambar 3.2

Tabel 3.2 Pembuatan NaLS dengan variasi konsentrasi

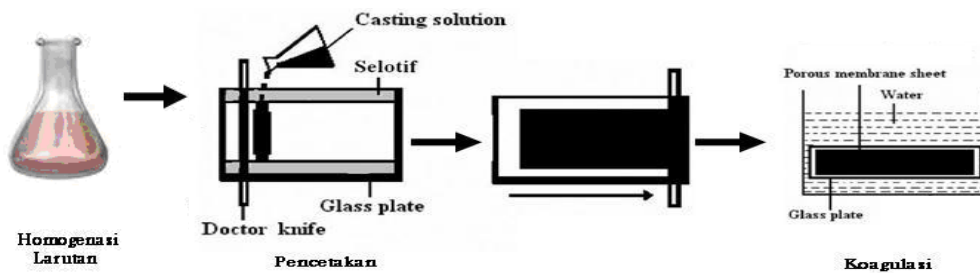
Konsentrasi NaLS (M)	x (mL)
0,001	0,5
0,002	1,0
0,003	1,5
0,004	2,0
0,005	2,5
0,006	3,0
0,007	3,5
0,008	4,0
0,009	4,5
0,010	5,0
0,011	5,5
0,012	6,0



Gambar 3.2 Grafik penentuan nilai KKM

3.4.4 Preparasi larutan membran

Pembuatan membran selulosa asetat ini menggunakan metode inversi fasa. Selulosa asetat dengan berat 2,74 gram dilarutkan dalam 2,3 mL aseton ($\rho_{\text{aseton}} = 0,79$ g/mL) dan 6,8 mL DMSO ($\rho_{\text{DMSO}} = 1,11$ g/mL). Kemudian ditambahkan dimetil ftalat ($\rho_{\text{DMP}} = 1,179$ gram/ mL) sebanyak 0,5 mL dan diaduk dengan pengaduk magnet. Larutan kemudian didiamkan sampai tidak mengandung gelembung udara. Larutan dituang di atas permukaan pelat kaca yang telah dilapisi selotif di bagian tepi, kemudian ditekan secara merata di seluruh bagian permukaan kaca menggunakan lampu TL hingga terbentuk film. Selanjutnya film dimasukkan dalam bak koagulasi selama beberapa saat agar terjadi solidifikasi. Bak koagulasi berisi air yang merupakan non pelarut dari membran. Hasil solidifikasi berupa membran berwarna putih. Membran dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa pelarut dan aditif pada membran. Langkah-langkah pembuatan membran ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Pembuatan membran pori asimetrik (Javiya, 2008).

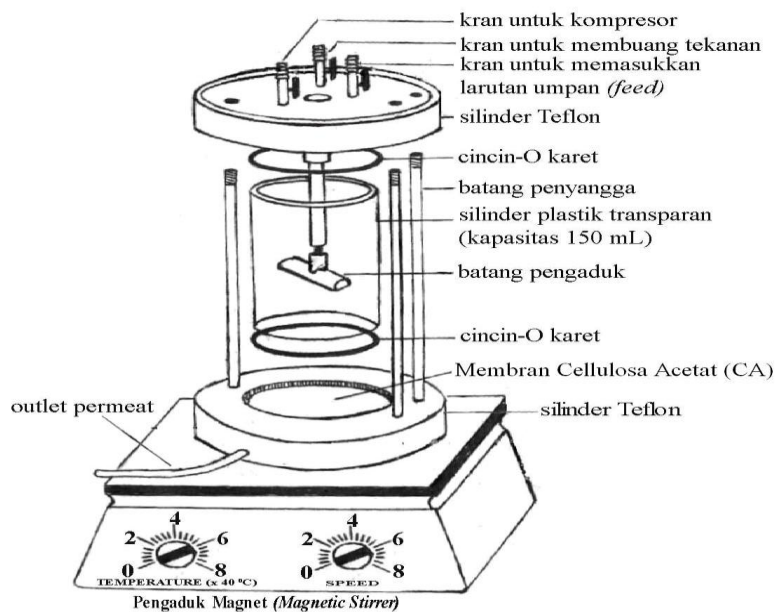
3.4.5 Penentuan Fluks Air

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

Waktu kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air dengan volume umpan 50 ml melewati membran pada tekanan 2.10^5 Pa hingga diperoleh fluks air yang konstan. Tiap satu mL air yang keluar melewati membran ditentukan waktu yang

dihasilkan untuk menghitung fluks air. Fluks volume ditentukan dengan persamaan (2.1).

Setelah diperoleh fluks yang konstan kemudian dilakukan uji fluks terhadap membran dengan prosedur yang sama dalam penentuan waktu kompaksi. Filtrasi dilakukan dengan mengalirkan air dengan volume umpan 50 ml melewati membran hingga diperoleh fluks air yang konstan, kemudian diukur volume permeat yang tertampung dan dihitung fluks airnya dengan persamaan 2.1



Gambar 3.4 Set alat ultrafiltrasi (Irvan, 2008).

3.4.6 Penentuan Koefisien Rejeksi Membran terhadap Larutan Dekstran

Uji rejeksi/permselektivitas dilakukan untuk klasifikasi membran yang dapat masuk dalam kategori membran ultrafiltrasi dengan menggunakan larutan dekstran BM 100-200 kDa. Dekstran dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm yang kemudian dimasukkan ke dalam sel ultrafiltrasi dialirkan selama 1 jam, setelah 1 jam dihentikan dan dihitung volume permeat.

Konsentrasi dekstran pada bagian retentat dan permeat dapat diketahui dengan menggunakan metode spektrofotometri, di mana 1 mL larutan dekstran bagian

permeat maupun retentat ditambah fenol 5 % dan H₂SO₄ pekat dengan perbandingan volume larutan dekstran: fenol 5 %: H₂SO₄ pekat adalah 1:1:5 dan setelah itu diencerkan hingga 25 mL. Absorbansi permeat dan retentat diukur pada serapan panjang gelombang maksimum hasil scanning (400 nm-550 nm) dengan Spectronic 21D (Piluharto, 2001). Koefisien rejeksi dapat dihitung dengan persamaan 2.2.

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 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 ppm. Larutan ini diperoleh dari pengenceran larutan induk dekstran 1000 ppm. Masing-masing larutan standart dari berbagai variasi konsentrasi kemudian diambil 1 mL dan ditambah dengan fenol 5 % dan H₂SO₄ pekat dengan perbandingan volume larutan dekstran: fenol 5 %: H₂SO₄ pekat adalah 1:1:5 dan setelah itu diencerkan hingga 25 mL sampai diperoleh konsentrasinya 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 ppm. Larutan dekstran yang diperoleh kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum hasil scanning, kemudian dibuat kurva larutan standart antara konsentrasi dekstran (sumbu X) dengan absorbansi (sumbu Y) yang didapat dari hasil pengukuran.

3.4.7 Aplikasi membran pada pemisahan NaLS

Larutan NaLS yang digunakan dalam proses pemisahan menggunakan membran ultrafiltrasi selulosa asetat adalah larutan NaLS dengan konsentrasi di bawah nilai KKM yang dikondisikan pada pH asam (pH 3, 4, 5, 6). Larutan NaLS tersebut berfungsi sebagai larutan umpan yang akan dilewatkan pada membran yang sebelumnya ditentukan fluks airnya. Larutan NaLS sebanyak 50 mL dituang ke dalam sel ultrafiltrasi yang telah dipasang membran. Pengadukan dijalankan dan tekanan diatur pada $2 \cdot 10^5$ Pa. Proses dijalankan selama 1 jam dan permeat hasil pemisahan larutan NaLS ditampung yang kemudian diukur fluksnya dengan persamaan 2.1. Koefisien rejeksi diukur dengan cara permeat/retentat di bawah KKM pada berbagai pH asam diukur dulu konduktifitasnya, kemudian untuk mengetahui konsentrasi

permeat/retentat kita masukkan dalam kurva kalibrasi larutan NaLS di bawah KKM pada pH (3, 4, 5, 6), Setelah konsentrasi retentat dan permeat diperoleh koefisien rejeksinya dihitung menggunakan persamaan 2.3.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Konsentrasi Kritis Misel *Natrium Lauril Sulfat*

Penentuan Konsentrasi Kritis Misel (KKM) bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi larutan surfaktan NaLS dari pada pH asam (3,4,5,6) dibawah KKM (0,001-0,003) pada pemisahan NaLS membran ultrafiltrasi selulosa asetat. Hal ini karena kinerja membran yang disebabkan oleh surfaktan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi NaLS yang dikondisikan pada berbagai pH asam. Variasi konsentrasi yang digunakan untuk penentuan KKM adalah 0,001 M-0,012 M.

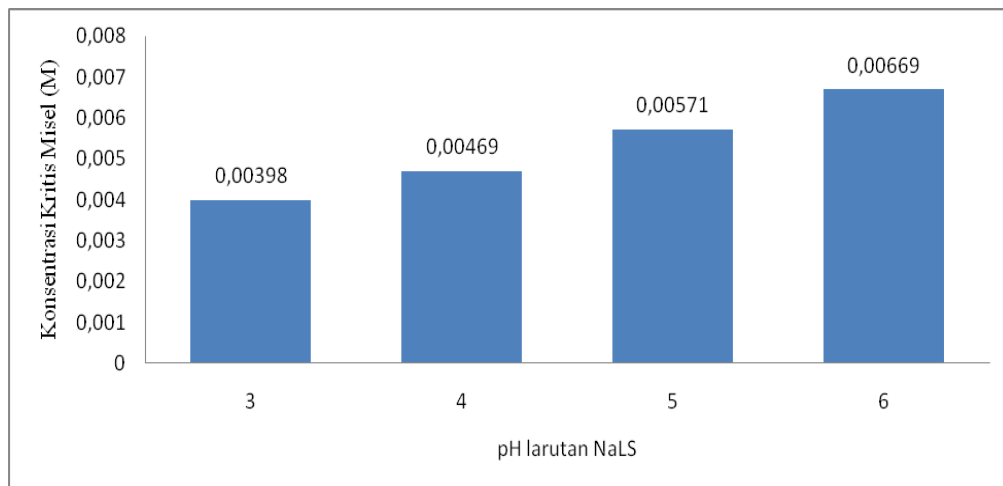
Metode yang digunakan untuk penentuan KKM dilakukan dengan metode konduktometri. Metode konduktometri merupakan metode analisis kimia yang didasarkan pada daya hantar listrik larutan. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan ion dalam larutan elektrolit. Daya hantar listrik akan meningkat cepat dengan naiknya konsentrasi pada larutan elektrolit kuat sebaliknya untuk elektrolit lemah kenaikan daya hantar kurang baik (tidak signifikan) (Hendayana, 1994).

Natrium Lauril Sulfat (NaLS) adalah salah satu jenis surfaktan anionik yang bersifat amphifilik, di mana molekul NaLS mempunyai ekor rantai hidrofobik yang larut dalam hidrokarbon dan pelarut non polar, sedangkan kepala rantai yang bersifat hidrofilik (gugus sulfat) larut dalam pelarut polar, larutan umpan NaLS yang digunakan dalam penelitian ini akan terionisasi menjadi $\text{Na}^+(\text{aq})$ dan $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_3\text{SO}^-$ dalam air, namun karena keunikan sifat NaLS tersebut akan mempengaruhi pembentukan misel dari $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_3\text{SO}^-$ (aq) dalam larutan NaLS.

4.1.1 Pengaruh Konsentrasi Larutan NaLS pH asam terhadap nilai KKM

Grafik hasil penentuan KKM NaLS pada variasi pH 3-6 secara lengkap dapat dilihat pada lampiran A yang menunjukkan kurva penentuan KKM surfaktan NaLS terhadap pH 3, 4, 5 dan 6.

Peningkatan konsentrasi NaLS menyebabkan kenaikan konduktivitas tetapi pada keadaan setelah titik potong yang merupakan titik KKM mulai terbentuk misel NaLS, dan kenaikan konduktivitasnya tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan penambahan konsentrasi NaLS kedalam larutan di bawah KKM akan meningkatkan jumlah pembawa muatan $\text{Na}^+(\text{aq})$ dan $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_3\text{SO}^-(\text{aq})$ yang mengakibatkan konduktivitasnya meningkat. Penambahan konsentrasi NaLS akan meningkatkan konsentrasi misel, di mana monomer tetap konstan. Ukuran misel yang lebih besar daripada monomer NaLS akan mempengaruhi pergerakan ion dalam larutan lebih lambat sehingga konduktivitasnya tidak naik secara signifikan.



Gambar 4.1 Hubungan pH asam (3-6) larutan NaLS terhadap KKM

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa pembentukan misel dipengaruhi oleh pH larutan NaLS. Molekul NaLS yang terionisasi menjadi $\text{Na}^+(\text{aq})$ dan $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O}_3\text{SO}^-(\text{aq})$ dalam air akan dipengaruhi oleh banyaknya ion H^+ pada kondisi

yang lebih asam. Ion H^+ akan mengubah gugus $C_{12}H_{25}O_3SO^-(aq)$ menjadi $C_{12}H_{25}O_3SOH$ yang bermuatan netral. Hal ini mengakibatkan terbentuknya misel pada pH yang lebih asam pada konsentrasi NaLS yang lebih rendah. Sebaliknya pada pH yang lebih besar, interaksi ion H^+ berkurang dan lebihnya ion OH^- mengakibatkan gaya tolak antar molekul NaLS muatan sejenis dari gugus $C_{12}H_{25}O_3SO^-(aq)$ sehingga nilai KKM yang diperoleh lebih besar.

4.2 Uji Kinerja Membran

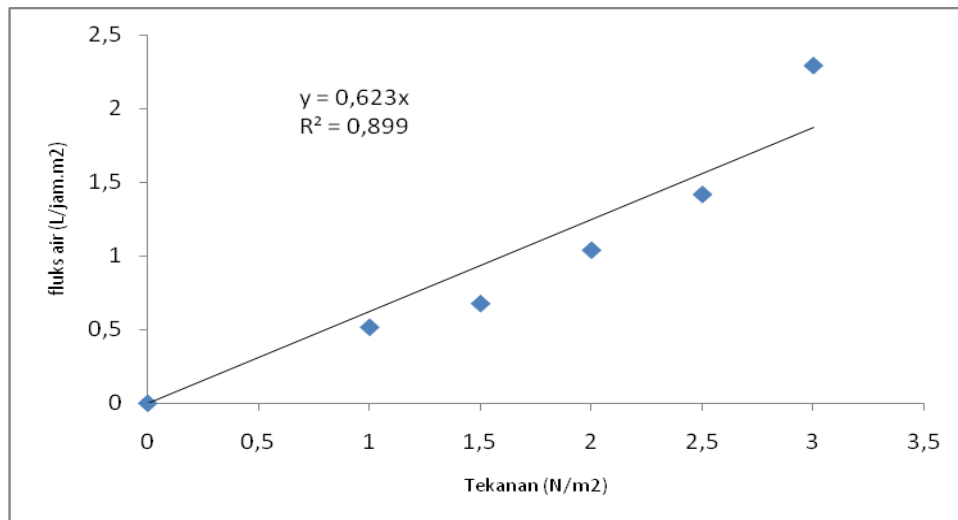
Ada dua parameter utama yang menentukan kinerja membran, yaitu laju aliran (fluks) dan selektifitas membran (R). Secara umum, fluks akan menentukan banyaknya permeat yang dapat dihasilkan (kuantitas), sedangkan selektivitas yang dinyatakan dengan nilai rejeksi berkaitan dengan kemampuan (kualitas) suatu membran untuk menahan molekul zat terlarut.

Tahap pertama yang dilakukan untuk mengetahui kinerja membran adalah menentukan waktu kompaksi membran. Kompaksi ini dilakukan untuk membuka dan menata ulang pori-pori membran yang baru terbentuk akibat dari pemberian tekanan dan perlakuan lain yang dapat mempengaruhi pori-pori membran. Kompaksi merupakan suatu proses deformasi mekanik pada matriks polimer penyusun membran yang mengakibatkan struktur pori membran menjadi lebih rapat dan fluks menurun hingga mencapai nilai yang mendekati konstan pada tekanan operasional $\pm 2.10^5$ Pa.

Hasil pengukuran kompaksi membran secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B.1. menunjukkan hubungan Fluks air terhadap volume air dimana semakin lama waktu nilai fluks air menurun hingga nilai fluks mendekati konstan. Penurunan fluks air terjadi karena adanya deformasi mekanik pada matriks membran akibat tekanan yang diberikan.

Parameter pertama yang digunakan untuk penentuan kinerja membran adalah uji Fluks air. Uji fluks air membran dilakukan untuk mengetahui pengaruh

perbandingan fluks air pada membran dan fluks pada pemisahan NaLS. Uji fluks membran menggunakan larutan aquades sebagai umpan. Penentuan fluks air diperoleh dengan mengukur banyaknya volume air yang melewati tiap satuan luas permukaan membran persatuan waktu alir volume permeat. Pada penelitian ini didapat nilai fluks air membran sebesar $1,04167 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$, dan Fluks NaLS pada $0,001 \text{ M pH } 3$ fluks : $0,855 \text{ (L/m}^2 \cdot \text{Jam)}$, NaLS $0,001 \text{ M pH } 4$ fluks: $0,823 \text{ (L/m}^2 \cdot \text{Jam)}$, NaLS $0,001 \text{ M pH } 5$ fluks: $0,792 \text{ (L/m}^2 \cdot \text{Jam)}$, NaLS $0,001 \text{ M pH } 6$ fluks: $0,769 \text{ (L/m}^2 \cdot \text{Jam)}$. Data lengkap dapat dilihat pada lampiran C.1.



Gambar 4.2 Koefisien permeabilitas membran sesulosa asetat

Koefisien permeabilitas membran merupakan ukuran kecepatan suatu spesi untuk melewati membran. Koefisien permeabilitas membran dapat diperoleh melalui pengukuran nilai fluks air. Gambar 4.2 menunjukkan semakin besar tekanan yang diberikan semakin besar nilai fluksnya karena pori yang dihasilkan semakin lebar, dimana didapat nilai koefisien permeabilitas (L_p) sebesar $0,858 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$.

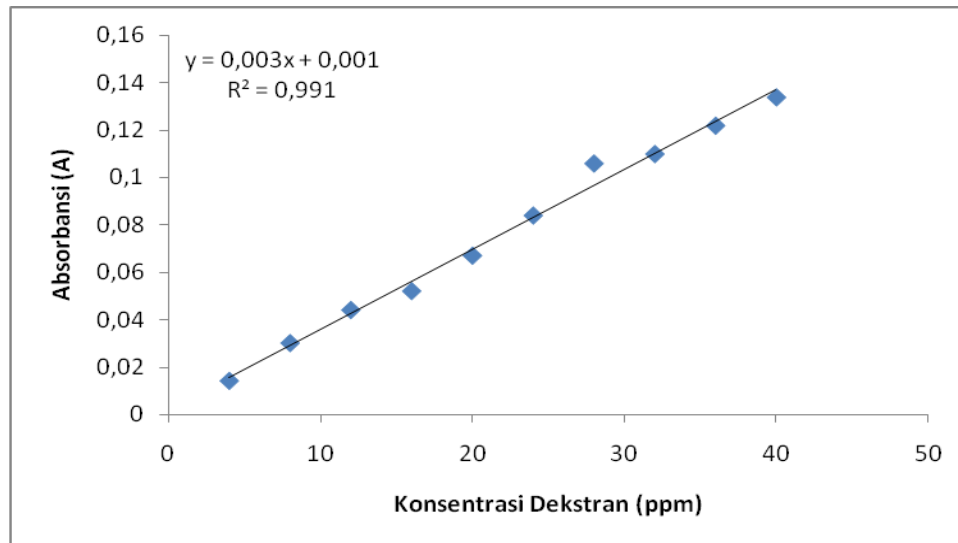
Parameter kedua yang digunakan untuk penentuan kinerja membran adalah koefisien rejeksi membran. Koefisien rejeksi membran merupakan ukuran selektifitas membran. Koefisien rejeksi merupakan ukuran kemampuan suatu membran untuk

menahan suatu spesi atau melewatkan suatu spesi tertentu, dan berkaitan dengan ukuran suatu molekul atau spesi yang melewatinya. Zat terlarut yang digunakan pada uji rejeksi ini adalah larutan dekstran dengan berat molekul 100-200 kDa dengan konsentrasi 1000 ppm. Kartika (2010), menghasilkan rejeksi dekstran (100-200 kDa) sebesar 91,15 % dan 92,18 %. Pemilihan larutan dekstran dengan BM 100-200 kDa sebagai larutan uji ini karena penggunaan membran ultrafiltrasi untuk memisahkan makromolekul dg BM $10 - 10^5$ kDa (Wenten,2000), sehingga berat molekul dekstran 100-200 kDa tersebut masuk dalam range Ultrafiltrasi.

Tahap pertama untuk menentukan koefisien rejeksi adalah dengan menentukan terlebih dahulu panjang gelombang maksimal yang diserap oleh dekstran. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh dari hasil *scanning* adalah 483 nm ditunjukkan pada lampiran B 4.2.

Penentuan panjang gelombang maksimum yang diserap oleh dekstran dimaksudkan untuk menentukan Absorbansi tertinggi dekstran. konsentrasi retentat dan konsentrasi permeat larutan dekstran di dapat dari kurva standart dekstran pada gambar 4.3, selanjutnya digunakan untuk menentukan koefisien rejeksi. Koefisien rejeksi merupakan parameter yang didefinisikan satu dikurangi rasio konsentrasi permeat terhadap konsentrasi retentat dari suatu komponen yang telah ditentukan, yang biasanya dinyatakan dalam persen (Wenten, 2000).

Berdasarkan tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa membran selulosa asetat pada penelitian ini memiliki nilai rejeksi yang lebih besar dari 90% untuk berat molekul 100-200 kDa. Ultrafiltrasi untuk memisahkan makromolekul dengan BM $10 - 10^5$ kDa (Wenten, 2000), yang menandakan bahwa membran selulosa asetat ini masuk dalam kategori membran ultrafiltrasi sehingga dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya yaitu uji pemisahan larutan NaLS pada konsentrasi di bawah Nilai KKM dengan kondisi pH asam (3, 4, 5, 6).



Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi Dekstran BM 100-200 kDa

Tabel 4.1 Nilai rejeksi membran Selulosa Asetat terhadap Dekstran 100-200 kDa

Ulangan	Permeat			Retentat			Rejeksi (%)
	Absorbansi	[M]	[] x F _p	Absorbansi	[M]	[] x F _p	
1	0,012	3,67	91,75	0,120	39,67	991,67	90,75
2	0,012	3,67	91,75	0,119	39,33	983,33	90,67
3	0,014	4,33	108,33	0,125	41,33	1033,33	89,52
Rerata							90,31

4.3 Karakteristik Kinerja Membran Selulosa Asetat pada Pemisahan Natrium Lauril Sulfat (NaLS)

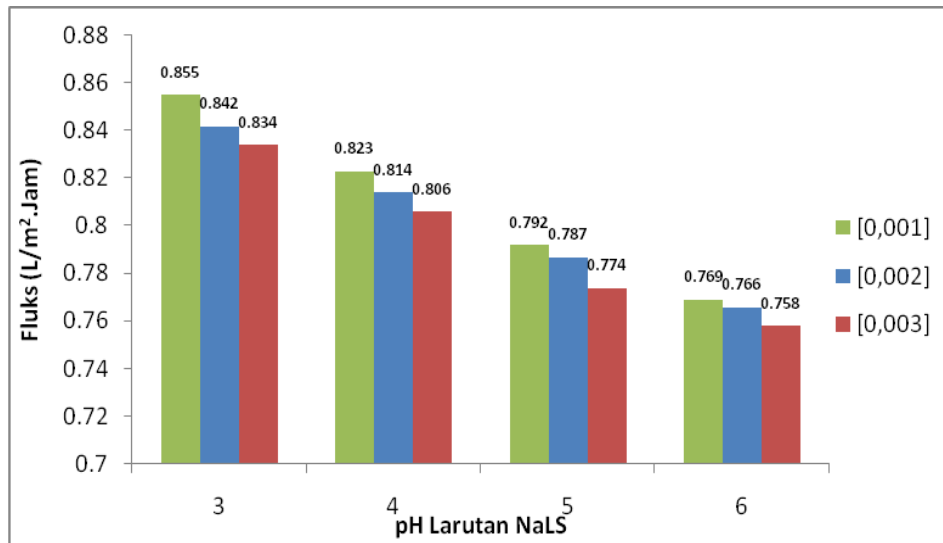
Aplikasi membran ultrafiltrasi untuk pemisahan NaLS meliputi pengaruh variasi konsentrasi dan pH asam larutan NaLS terhadap kinerja membran baik fluks maupun rejeksi.

4.3.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan NaLS di bawah KKM terhadap Fluks

Berbagai variasi konsentrasi dan pH NaLS sangat berpengaruh terhadap kinerja membran, diantaranya pada nilai fluks NaLS yang dihasilkan membran. Berdasarkan hasil penelitian nilai fluks dengan konsentrasi dan pH NaLS lebih rendah menghasilkan nilai fluks yang lebih tinggi daripada konsentrasi dan pH asam NaLS yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan pada saat konsentrasi NaLS lebih rendah, jumlah molekul NaLS di dalam larutan sedikit dibanding pada konsentrasi NaLS yang lebih tinggi. Monomer yang lebih sedikit ini akan melapisi permukaan membran sedangkan molekul air akan lebih mudah melewati pori-pori membran, sehingga fluks konsentrasi NaLS yang lebih rendah memiliki nilai fluks NaLS lebih tinggi. Kondisi larutan NaLS yang memiliki pH lebih asam pada larutan umpan NaLS juga menyebabkan perubahan nilai fluks, di mana semakin rendah pH larutan NaLS mengakibatkan semakin banyaknya ion H^+ pada larutan yang akan menempati permukaan membran.

Nilai fluks NaLS berubah seiring perubahan konsentrasi dan pH asam larutan yang lebih tinggi. Perubahan pH pada larutan umpan NaLS menyebabkan perubahan adsorpsi NaLS pada permukaan membran. Ketika pH larutan turun, permukaan padatan akan menjadi lebih positif, karena adanya adsorpsi proton larutan pada permukaan padatan, sehingga menyebabkan berkurangnya adsorpsi surfaktan anionik dan bertambahnya adsorpsi kationik (Connor, 1971 dalam Rosen, 1987). Pada pH yang lebih asam, banyaknya ion H^+ pada larutan akan menempati permukaan membran, hal ini menyebabkan adsorpsi NaLS pada permukaan membran berkurang sehingga molekul air dapat dengan mudah melewati pori-pori membran yang menghasilkan fluks lebih tinggi dibanding pH yang lebih besar, sesuai data pada gambar 4.5.

Berdasarkan gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pH dan konsentrasi larutan NaLS fluks yang dihasilkan semakin kecil. Fluks tertinggi pada pH 3 konsentrasi NaLS 0,001 M yaitu 0,855 L/m².Jam.



Gambar 4.4 Perbandingan fluks larutan NaLS pada pH asam 3-6

NaLS memiliki nilai KKM sebesar 0,0082 M pada temperatur 25⁰C pada pH 7 (Indarti, 2008). Sedangkan menurut Majewska (2005) NaLS memiliki nilai KKM sebesar 0,00783 M pada temperatur 25⁰C pada pH 7. Penelitian menghasilkan nilai KKM pada pH 6 sebesar 0,00669 M pada temperatur 27⁰C. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan pH dan temperatur dapat menggeser nilai KKM dari NaLS.

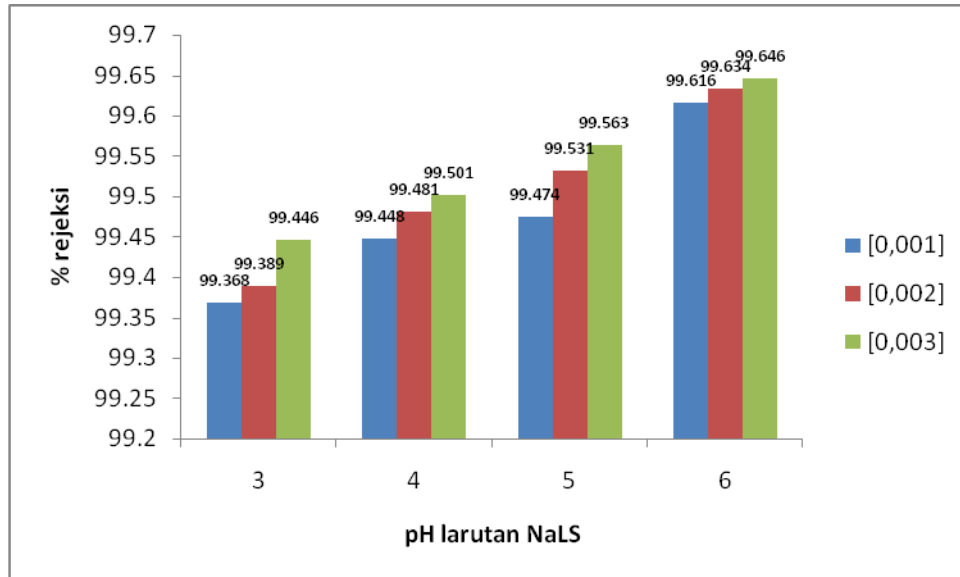
4.3.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi dan pH Asam Larutan NaLS di bawah KKM terhadap Rejeksi Membran Ultrafiltrasi

Proses pemisahan membran dengan gaya dorong tekanan bergantung pada perbandingan ukuran pori membran dengan diameter atau ukuran molekul yang akan dipisahkan. Bila ukuran pori membran jauh lebih kecil dari ukuran molekul maka

proses pemisahan akan terjadi, Sebaliknya bila ukuran pori membran lebih besar dari ukuran molekul yang akan dipisahkan, maka molekul tersebut akan melewati membran (Radiman, 2002). Besarnya koefisien rejeksi suatu membran akan menunjukkan selektifitas membran tersebut dalam menyaring larutan NaLS. Selektifitas merupakan ukuran kemampuan suatu membran untuk menahan suatu spesi atau melewatkan suatu spesi tertentu, dan berkaitan dengan ukuran suatu molekul atau spesi yang melewatinya.

Seperti yang telah dijelaskan pada fluks membran NaLS, pada konsentrasi NaLS lebih rendah, jumlah molekul NaLS lebih sedikit dibanding jumlah molekul NaLS pada konsentrasi lebih tinggi yang mendekati terjadinya misel. Pada konsentrasi lebih rendah karena jumlah molekul NaLS sedikit, maka larutan NaLS akan lebih mudah untuk melewati pori membran sehingga molekul NaLS yang tertahan/ yang berada dalam retentat kecil. Hal ini mengakibatkan koefisien rejeksi membran akan semakin kecil, berkebalikan dengan fluks dimana pada konsentrasi NaLS yang lebih tinggi %R yang dihasilkan membran lebih besar dibandingkan pada konsentrasi NaLS yang lebih rendah. Majewska (2005) menyebutkan pada konsentrasi NaLS di bawah nilai KKM (0,00002; 0,00005; 0,00035; 0,00104; 0,00208 M) tekanan 2 MPa (2 bar), rejeksi (%) yang dihasilkan lebih kecil (66,7; 65,3; 41,0; 20,2; 17,5). Pada konsentrasi di atas nilai KKM, molekul NaLS sudah berbentuk misel. Hal ini menyebabkan larutan semakin sulit untuk melewati membran sehingga koefisien rejeksi juga akan semakin besar karena semakin banyak partikel NaLS yang tertahan oleh membran. Hasil pengukuran rejeksi secara lengkap dapat dilihat pada gambar 4.5.

Berdasarkan gambar 4.5 menunjukkan bahwa semakin besar pH dan konsentrasi larutan NaLS, rejeksi yang dihasilkan semakin besar. Rejeksi NaLS tertinggi pada pemisahan NaLS pH 3-0,003M sebesar 99,446% ; NaLS pH 4-0,003M 99,501% ; NaLS pH 5-0,003M sebesar 99,563% ; NaLS pH 6-0,003M sebesar 99,646%.

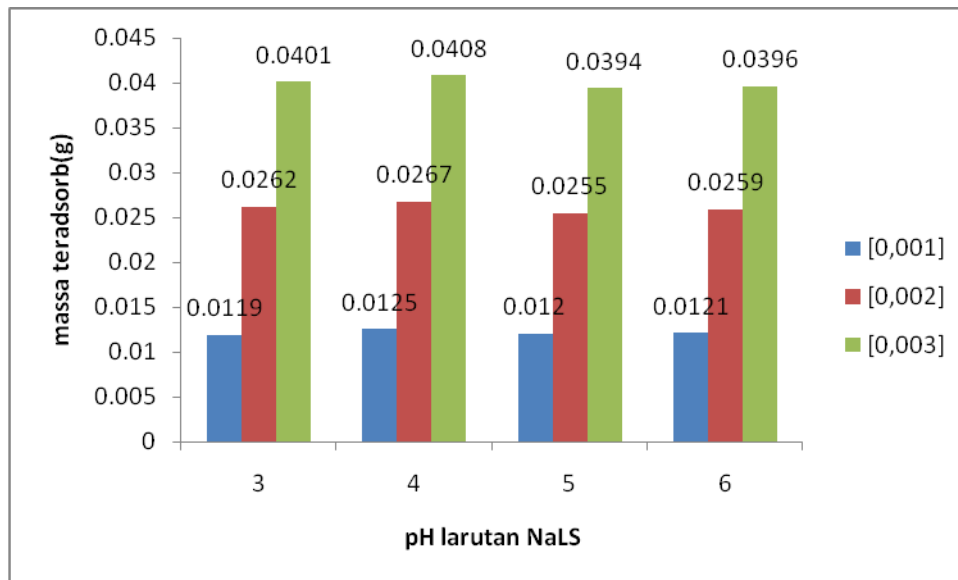


Gambar 4.5 % rejeksi larutan NaLS pada pH 3-6

Pemisahan suatu analit dikatakan baik apabila massa dari umpan sama dengan penjumlahan massa permeat dan retentat dari hasil pemisahan. Hasil penelitian menunjukkan massa umpan lebih besar dari penjumlahan massa permeat dan retentat yang diperoleh. Hal ini dimungkinkan karena adanya molekul NaLS yang diadsorb oleh membran yang nantinya menjadi massa sisa yaitu selisih massa antara massa umpan dengan penjumlahan massa permeat dan retentat dari hasil pemisahan. Selisih ini bukan karena adanya penguapan ketika proses ultrafiltrasi namun adanya sebagian molekul NaLS yang teradsorb pada membran dapat dibuktikan dengan penjumlahan volume dari retentat (45 ml) dan permeat (5 ml) dijumlahkan sama dengan volume umpan (50 ml). Oleh karena ada sebagian molekul NaLS yang terserap oleh membran, maka proses pemisahan tidak berlangsung sempurna sehingga akan mempengaruhi koefisien rejeksi dari membran. Berdasarkan hasil penelitian didapat nilai massa teradsorb seperti gambar 4.7

Berdasarkan gambar 4.7 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan NaLS, massa NaLS teradsorb semakin besar. Pada kondisi konsentrasi NaLS

yang semakin tinggi jumlah molekul NaLS lebih banyak dibanding pada konsentrasi yang lebih rendah, menyebabkan kompetisi molekul NaLS semakin tinggi. Kondisi ini menyebabkan molekul NaLS semakin sulit melewati pori membran, sehingga molekul NaLS yang teradsorb semakin banyak.



Gambar 4.7 Massa teradsorb NaLS

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Variasi pH dan konsentrasi larutan umpan NaLS sangat berpengaruh terhadap pemisahan dengan membran Ultrafiltrasi selulosa asetat, yaitu

1. Semakin rendah pH larutan NaLS nilai KKM yang didapat semakin kecil.
2. Semakin rendah pH dan konsentrasi larutan NaLS di bawah KKM akan menghasilkan fluks yang lebih tinggi dibanding konsentrasi larutan NaLS yang lebih besar, dan berbanding terbalik dengan nilai rejeksi, di mana semakin tinggi pH dan konsentrasi larutan NaLS rejeksi yang didapat semakin tinggi.

5.2 Saran

Banyak hal yang perlu dilengkapi dalam penyempurnaan penelitian ini. Studi lebih lanjut dapat berupa penambahan variabel misalnya: variasi range pH larutan NaLS yang lebih kecil, pengaruh morfologi NaLS terhadap kinerja membran sebelum dan sesudah pemisahan NaLS, serta kajian fouling terhadap NaLS.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Surfaktan*. <http://id.sbrc-ipb.com-Penelitian-Surfaktan.html>.
- _____. (Tanpa Tahun). *Dimethyl ftalat*. (http://www.chemicalbook.com.cn/ChemicalProductProperty_DE_CB947265_5.html).
- _____. 2009. *Sodium Lauryl Sulphate*. (<http://chemicaland21.com>).
- Bungay, P.M., H.K. Lonsdale and M.N. de Pinho (Ed). 1986. *Syntetic Membranes: Science Engineering and Aplications*. Maryland: NATO ASI Series.
- Day Jr, R.A and A.L. Underwood. 1989. Analisis Kimia Kuantitatif. Terjemahan Aloysius Hadjana Pujaatmaka dari *Quantitative Analysis* (1986). Fifth edition. Jakarta: Erlangga .
- Fauzia, R.T. 2006. “Modifikasi dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat Untuk Proses Filtrasi”. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Fengel, D and G. Wegener. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi* Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo 1995. Yogyakarta: UGM Press.
- Flider. 2001. Pengembangan Teknologi Untuk Nilai Tambah Sawit. *International Journal of Peptide and Protein Research*. (<http://seafast.ipb.ac.id>).
- Gruenwedel, D.W. & Whitaker, J.R. 1987. *Food Analysis: Principles and Techniques*. Vol.4 (Separation Techniques). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi kesatu. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Ibnuhayyan.2008.Surfaktan. (<http://ibnuhayyan.wordpress.com/2008/09/10/surfaktan>)
- Irfan. Y.A.P. 2008. “Membran Ultrafiltrasi Polisulfon, modifikasi dengan teknik inversi fasa sekalian kajiannya terhadap fouling protein”. Tidak Diterbitkan. Skripsi.Jember. UNEJ

- Javiya, S. et al. 2008. *Porometry Studies of The Polysulfone Membrane on Addition of Poly(Ethylene Glycol) in Gelation Bath During Preparation*. [http://j.mex.chem.soc.2008,52\(2\)](http://j.mex.chem.soc.2008,52(2)).
- Kartika, L. 2010. "Pemisahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat dengan Menggunakan Membran Ultrafiltrasi Selulosa Asetat". Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Kesting, Robert E. 1971. *Synthetic Polymeric Membranes*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Lutfiyah, H. 2010. "Pengaruh Konsentrasi dan pH Larutan Sodium Dodesil Sulfat terhadap Uji Pemisahannya Menggunakan Membran Ultrafiltrasi". Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember. UNEJ.
- Majewska & Kowalska. 2005. Ultrafiltration of Sodium Dodecyl Sulphate Solutions Using Polymeric Membranes. *Desalination*. Vol 184: 415-422.
- Mark FH, Mc Ketta jj, Othmer DF. 1968. *Encyclopaedia of Chemical Tehnology*. Second Edition. Vol 4. New York: Interscience Publisher a Devision of John Wiley & Son, Inc. p 632 and 657.
- Mulder, M. 1996. *Basic Prinsiple of Membran Technology*. 2nd edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Notodarmojo, Suprihanto. Dini. Teuku. 2004. Pengolahan Limbah Cair Emulsi Minyak dengan Proses Membran Ultrafiltrasi DuaTahap Aliran Cross-flow. *ITB Sains & Tek*. Vol 36A(1): 45-62.
- Osman , 2007. A Copper Determination Method Based on the Reaction between 2-(5-Nitro-2-Pyridylazo)-5-(N-Propyl-NSulfopropylamino) Phenol (Nitro-PAPS) and Copper for Use in Urine Copper Measurement and Application to Automation. *Turkish Jurnal Medical Science*. Vol 37(2): 83-86
- Paul C, Rajagopalan. 1997. *Priciples of Colloid and Surface Chemistry*. Third edition. USA: CRC press.
- Pharmacosmos.A/S.2006.*DextranStrukture*.(http://www.dekstran.net/dekstran_stukture.html)

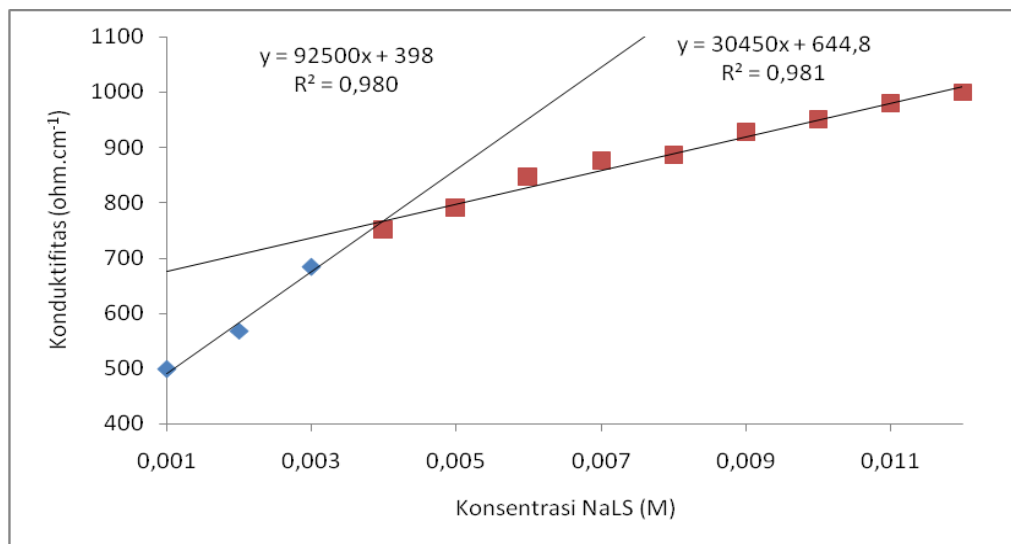
- Radiman, C.L. 2002. Pengaruh Media Perendam Terhadap Permeabilitas Membran Polisulfon. *Jurnal Matematika dan Sains*. Vol 7(2): 77-83
- Rahman A. and Brown, C.W. 1982. *Effect Of pH on The Critical Micelle Concentration of Sodium Dodecyl Sulphate*. (<http://www.interscience.wiley.com>).
- Rifa'i. M. 2010. "Pengaruh Konsentrasi dan pH Larutan Surfaktan Sodium Dodesil Sulfat pada Fouling Membran Ultrafiltrasi". Tidak Diterbitkan. Skripsi.Jember. UNEJ
- Rosen, M.J. 1978. *Surfactans And Interfacial Phenomena*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Saunders, K.J. 1994. *Organic Polymer Chemistry*. Second Edition. London : Black Academic and Profesional.p.
- Shevla, G. 1985. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Terjemahan Aloysius Hadjana Pujaatmaka dari *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis* (1979). Fifth edition. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka
- Steven, Malcolm P. 2001. *Kimia Polimer*. Alih bahasa Iis Sopyan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. Yogyakarta. Rineka Cipta
- Wenten, I. G. 2000. *Teknologi Membran Industrial*. Bandung: Penerbit ITB.

LAMPIRAN

Lampiran A. Penentuan Nilai Konsentrasi Kritis Misel (KKM) NaLS

A.1 Nilai KKM NaLS pH 3

Konsentrasi NaLS pH 3	Konduktifitas (ohm.cm^{-1})			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
0,001	498	494	501	498
0,002	566	567	571	568
0,003	682	683	683	683
0,004	745	752	752	750
0,005	784	790	792	789
0,006	840	849	846	845
0,007	865	890	869	874
0,008	879	897	880	885
0,009	917	934	928	926
0,010	942	956	951	949
0,011	970	983	982	978
0,012	997	1001	1004	1000



$$y_1 = y_2$$

$$92500x + 398 = 30450x + 644,8$$

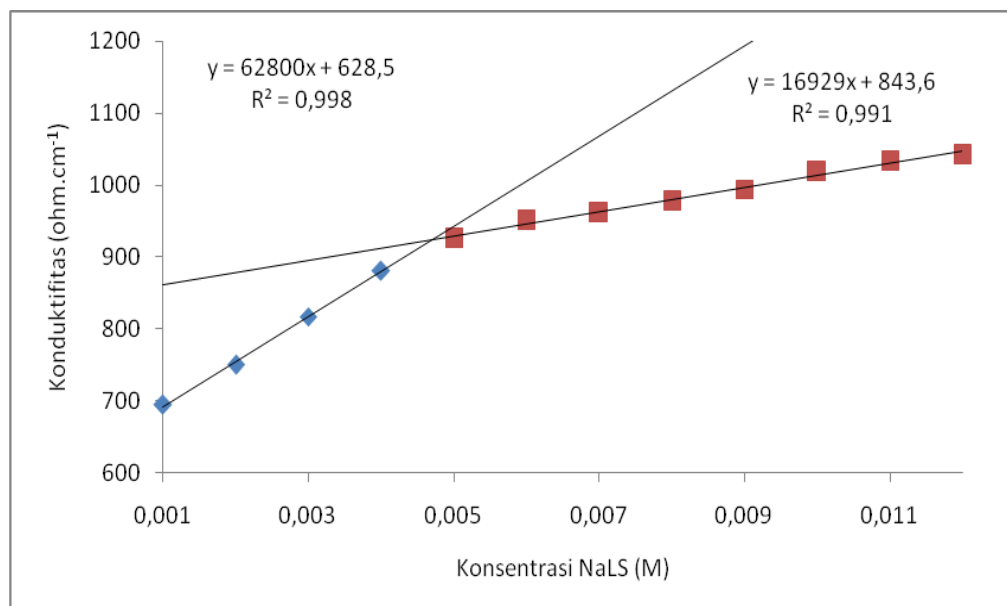
$$62050x = 246,8$$

$$x = 0,00398$$

$$\text{KKM} = 0,00398$$

A.2 Nilai KKM NaLS pH 4

Konsentrasi NaLS pH 4	Konduktifitas (ohm.cm ⁻¹)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
0,001	687	683	712	694
0,002	749	741	760	750
0,003	812	810	829	817
0,004	890	866	887	881
0,005	927	918	929	925
0,006	941	951	956	950
0,007	952	968	962	961
0,008	975	982	975	977
0,009	991	997	994	994
0,010	1022	1024	1008	1018
0,011	1039	1041	1019	1033
0,012	1046	1053	1026	1042



$$y_1 = y_2$$

$$62800x + 628,5 = 16929x + 843,6$$

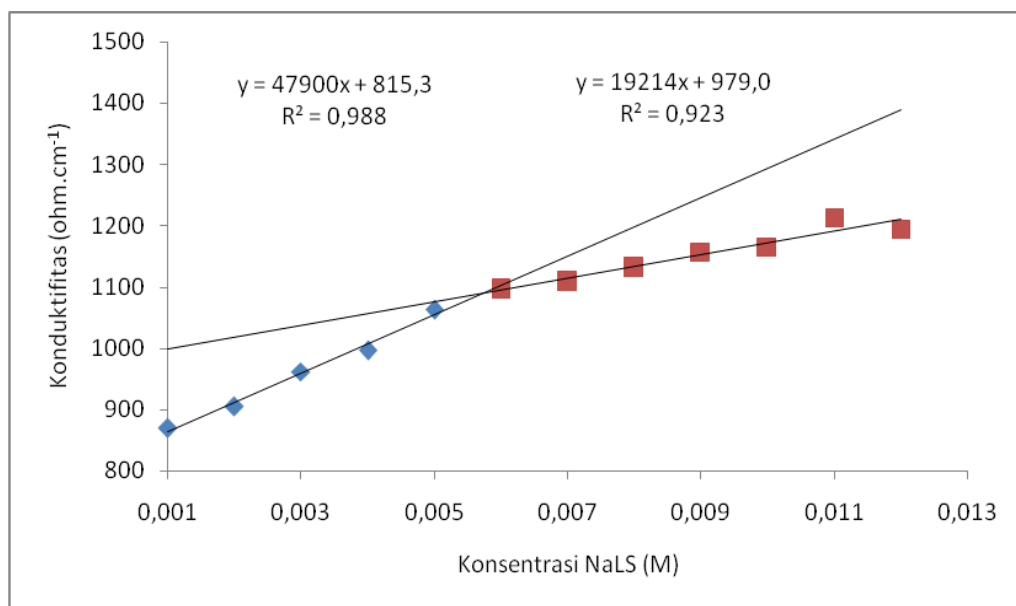
$$45871x = 215,1$$

$$x = 0,00469$$

$$\text{KKM} = 0,00469$$

A.3 Nilai KKM NaLS pH 5

Konsentrasi NaLS pH 5	Konduktifitas (ohm.cm^{-1})			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
0,001	867	863	877	869
0,002	903	901	911	905
0,003	961	959	966	962
0,004	998	998	992	996
0,005	1071	1061	1056	1063
0,006	1101	1101	1085	1096
0,007	1118	1113	1093	1108
0,008	1143	1138	1111	1131
0,009	1171	1163	1137	1157
0,010	1183	1167	1146	1165
0,011	1297	1182	1161	1213
0,012	1205	1197	1181	1194



$$y_1 = y_2$$

$$47900x + 815,3 = 19214x + 979,0$$

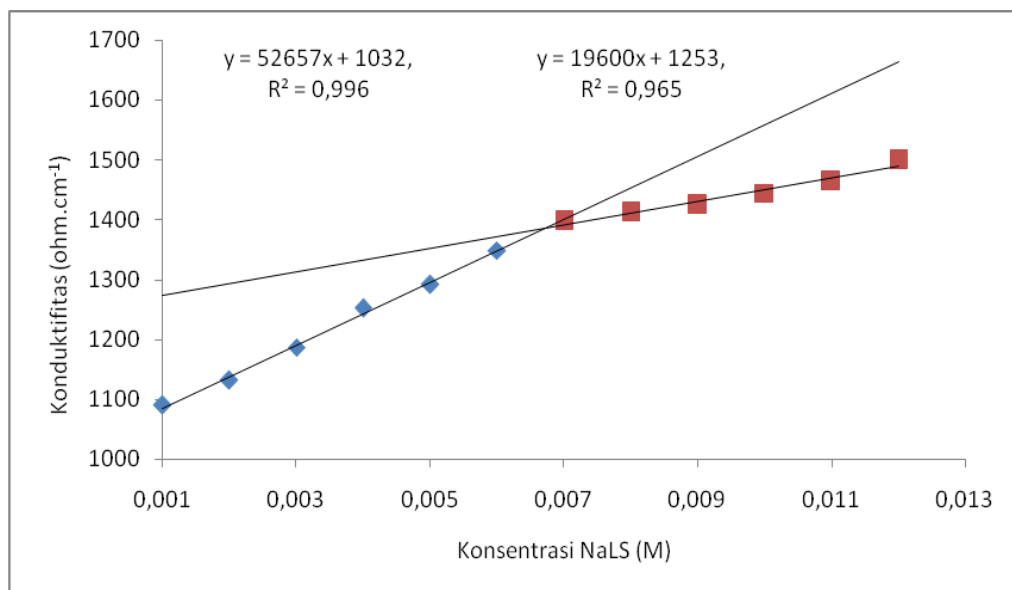
$$28686x = 163,7$$

$$x = 0,00571$$

$$\text{KKM} = 0,00571$$

A.4 Nilai KKM NaLS pH 6

Konsentrasi NaLS pH 6	Konduktifitas (ohm.cm^{-1})			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
0,001	1091	1080	1099	1090
0,002	1125	1128	1139	1131
0,003	1184	1182	1196	1187
0,004	1250	1248	1259	1252
0,005	1290	1289	1298	1292
0,006	1347	1345	1357	1349
0,007	1396	1391	1403	1397
0,008	1408	1407	1420	1412
0,009	1418	1412	1443	1424
0,010	1441	1441	1450	1444
0,011	1468	1456	1468	1464
0,012	1494	1501	1501	1499



$$y_1 = y_2$$

$$52657x + 1032 = 19600x + 1253$$

$$33057x = 221$$

$$x = 0,00669$$

$$\text{KKM} = 0,00669$$

Lampiran B. Pengukuran Kompaksi Membran

B.1 Tabel Pengukuran Kompaksi Membran

Volume permeat air (mL)	U1		U2		U3		Rata-rata fluks (L/m ² jam)
	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² jam)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² jam)	Waktu (jam)	Fluks (L/m ² jam)	
1	0,306	1,306	0,319	1,251	0,321	1,244	1,267
2	0,351	1,139	0,326	1,226	0,350	1,142	1,169
3	0,343	1,166	0,334	1,194	0,339	1,177	1,179
4	0,352	1,136	0,341	1,170	0,357	1,120	1,142
5	0,373	1,071	0,356	1,121	0,353	1,130	1,107
6	0,368	1,085	0,355	1,125	0,376	1,062	1,091
7	0,860	1,034	0,371	1,077	0,374	1,068	1,059
8	0,388	1,028	0,372	1,074	0,390	1,023	1,042
9	0,393	1,017	0,373	1,071	0,386	1,034	1,041
10	0,389	1,026	0,369	1,083	0,392	1,019	1,043

B.2 Fluks Air Membran Selulosa Asetat

V _{permeat} (L)	Waktu Alir (jam)				A (m ²)	Fluks (L/m ² jam)
	t1	t2	t3	Rerata		
0,001	0,388	0,370	0,392	0,383	0,0025	1,0417

Perhitungan Fluks membran Selulosa Asetat

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Membran (A)} &= \pi r^2 \\
 &= 3,14 (0,028 \text{ m})^2 \\
 &= 0,0025 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Nilai fluks membran CA diperoleh dari persamaan berikut :

$$J_v (\text{fluks}) = \frac{V}{A \times t}$$

Contoh perhitungan nilai fluks membran untuk CA :

$$J_v = \frac{0,001 \text{ L}}{0,0025 \text{ m}^2 \times 0,383 \text{ jam}} = 1,04167 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

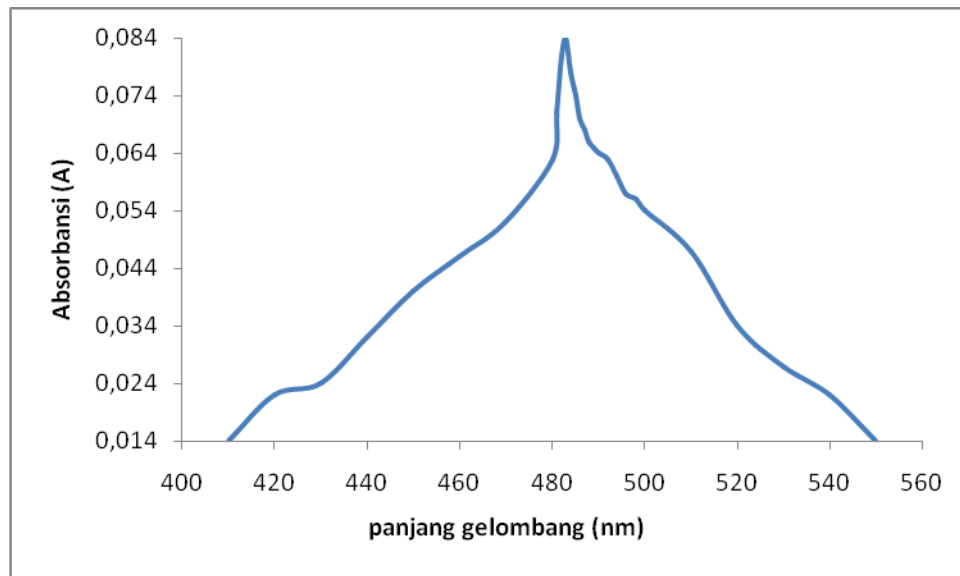
B.4 Scanning Panjang Gelombang Optimum Dekstran 100-200 kDa

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

Panjang gelombang (nm)	U1	U2	U3	Rata-rata
	Absorbansi			
420	0,022	0,022	0,021	0,022
430	0,024	0,023	0,024	0,024
440	0,032	0,032	0,032	0,032
450	0,041	0,040	0,040	0,040
460	0,047	0,046	0,045	0,046
470	0,052	0,050	0,053	0,052
480	0,063	0,063	0,063	0,063
481	0,071	0,070	0,072	0,071
482	0,082	0,082	0,080	0,081
483	0,084	0,084	0,083	0,084 *
484	0,078	0,079	0,077	0,078
485	0,074	0,074	0,075	0,074
486	0,069	0,070	0,071	0,070
487	0,068	0,067	0,068	0,068
488	0,066	0,066	0,067	0,066
489	0,065	0,066	0,065	0,065
490	0,064	0,064	0,063	0,064
492	0,063	0,063	0,062	0,063
494	0,060	0,060	0,061	0,060
496	0,057	0,057	0,058	0,057
498	0,056	0,055	0,056	0,056
500	0,054	0,054	0,053	0,054
510	0,047	0,047	0,048	0,047
520	0,035	0,037	0,031	0,034
530	0,027	0,027	0,027	0,027
540	0,021	0,024	0,021	0,022
550	0,014	0,015	0,014	0,014

Keterangan * : Panjang gelombang optimum

2. Grafik panjang gelombang optimum dekstran 100-200 kDa



3. Absorbansi dekstran 100-200 kDa

Konsentrasi dekstran [ppm]	U1	U2	U3	Rata-rata
	Absorbansi			
4	0,015	0,012	0,015	0,014
8	0,025	0,026	0,039	0,030
12	0,036	0,037	0,058	0,044
16	0,047	0,048	0,061	0,052
20	0,065	0,065	0,072	0,067
24	0,083	0,084	0,084	0,084
28	0,105	0,106	0,107	0,106
32	0,110	0,112	0,109	0,110
36	0,124	0,123	0,119	0,122
40	0,133	0,137	0,132	0,134

Lampiran C. Karakter Kinerja Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS

C.1 Fluks Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS

pH	[NaLS]	Luas		n1		n2		n3		Rerata
		Volume (L)	Membran (m ²)	Waktu (Jam)	Fluks (L/m ² .Jam)	Waktu (Jam)	Fluks (L/m ² .Jam)	Waktu (Jam)	Fluks (L/m ² .Jam)	
3	0,001	0,005	0,0025	2:20:06	0,858	2:20:47	0,854	2:20:48	0,854	0,855
	0,002	0,005	0,0025	2:23:04	0,839	2:22:26	0,845	2:22:51	0,842	0,842
	0,003	0,005	0,0025	2:24:07	0,835	2:24:51	0,833	2:24:03	0,833	0,834
4	0,001	0,005	0,0025	2:25:01	0,814	2:25:44	0,826	2:25:01	0,828	0,823
	0,002	0,005	0,0025	2:26:05	0,806	2:27:01	0,816	2:26:03	0,820	0,814
	0,003	0,005	0,0025	2:26:48	0,801	2:29:03	0,808	2:28:01	0,810	0,806
5	0,001	0,005	0,0025	2:33:07	0,786	2:31:06	0,795	2:30:09	0,796	0,792
	0,002	0,005	0,0025	2:33:40	0,782	2:32:08	0,789	2:32:04	0,789	0,787
	0,003	0,005	0,0025	2:34:50	0,776	2:34:19	0,780	2:33:10	0,767	0,774
6	0,001	0,005	0,0025	2:37:43	0,763	2:37:07	0,769	2:35:05	0,774	0,769
	0,002	0,005	0,0025	2:38:16	0,759	2:37:52	0,762	2:36:51	0,776	0,766
	0,003	0,005	0,0025	2:39:10	0,753	2:38:40	0,758	2:38:08	0,762	0,758

C.2 Koefisien Rejeksi Membran Selulosa Asetat terhadap NaLS

pH	[NaLS]	Ulangan 1					Ulangan 2					Ulangan 3					Rerata
		permeat	[permeat]	δ	[retentat]	%R	permeat	[permeat]	δ	[retentat]	%R	δ	[permeat]	δ	[retentat]	%R	
		δ	(M)	retentat	x fp 100 (M)		δ	(M)	retentat	x fp 100 (M)		permeat	(M)	retentat	x fp 100 (M)		
3	0,001	224	0,000124	299	0,0200	99,378	221	0,000122	295	0,0196	99,376	219	0,000122	285	0,0188	99,352	99,368
	0,002	231	0,000133	317	0,0219	99,393	228	0,000129	315	0,0216	99,403	225	0,000128	301	0,0204	99,371	99,389
	0,003	237	0,000139	349	0,0250	99,446	235	0,000136	334	0,0236	99,421	235	0,000138	357	0,0260	99,47	99,446
4	0,001	446	0,0000894	499	0,0155	99,423	442	0,0000835	497	0,0153	99,452	441	0,0000819	500	0,0150	99,471	99,448
	0,002	452	0,000096	520	0,0182	99,472	448	0,000091	517	0,0177	99,487	447	0,0000890	514	0,0173	99,486	99,481
	0,003	458	0,000104	541	0,0207	99,501	459	0,000105	538	0,0203	99,486	460	0,000106	551	0,0219	99,518	99,501
5	0,001	678	0,000120	720	0,0207	99,412	671	0,000103	722	0,0205	99,496	670	0,000099	722	0,0205	99,515	99,474
	0,002	690	0,000143	758	0,0280	99,486	679	0,000119	755	0,0271	99,562	686	0,000132	765	0,0291	99,546	99,531
	0,003	693	0,000150	780	0,0324	99,533	685	0,000131	776	0,0313	99,583	694	0,000149	795	0,0350	99,575	99,563
6	0,001	859	0,0000754	921	0,0200	99,623	864	0,0000825	924	0,0202	99,592	858	0,0000718	920	0,0196	99,633	99,616
	0,002	870	0,0000967	959	0,0276	99,649	874	0,000103	956	0,0266	99,612	865	0,0000858	942	0,0240	99,641	99,634
	0,003	876	0,000109	989	0,0335	99,675	887	0,000129	991	0,0337	99,616	875	0,0001045	971	0,0297	99,648	99,646

C.3 Massa teradsorp NaLS pada Membran Selulosa Asetat

pH	[SDS]	[umpan] (M)	V umpan (L)	m umpan (g)	[permeat] (M)	V permeat (L)	m permeat (g)	[retentat] (M)	V retentat (L)	m retentat (g)	m teradsorp (g)
3	0,001	0,001	0,05	0,0144	0,000123	0,005	0,00018	0,000195	0,041	0,00230	0,0119
	0,002	0,002	0,05	0,0288	0,000130	0,005	0,00019	0,000213	0,040	0,00245	0,0262
	0,003	0,003	0,05	0,0432	0,000138	0,005	0,00020	0,000249	0,040	0,00286	0,0401
4	0,001	0,001	0,05	0,0144	0,000084	0,005	0,00012	0,000154	0,039	0,00173	0,0125
	0,002	0,002	0,05	0,0288	0,000092	0,005	0,00013	0,000178	0,039	0,00200	0,0267
	0,003	0,003	0,05	0,0433	0,000105	0,005	0,00015	0,000210	0,038	0,00230	0,0408
5	0,001	0,001	0,05	0,0144	0,000107	0,005	0,00015	0,000205	0,038	0,00224	0,0120
	0,002	0,002	0,05	0,0288	0,000131	0,005	0,00019	0,000281	0,038	0,00308	0,0255
	0,003	0,003	0,05	0,0433	0,000143	0,005	0,00021	0,000329	0,038	0,00360	0,0394
6	0,001	0,001	0,05	0,0144	0,00027	0,005	0,00011	0,000199	0,037	0,00213	0,0121
	0,002	0,002	0,05	0,0288	0,000288	0,005	0,00014	0,000261	0,037	0,00278	0,0259
	0,003	0,003	0,05	0,0433	0,000306	0,005	0,00016	0,000323	0,037	0,00344	0,0396