



**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI KONSENTRASI  
*SODIUM DODECYL SULFATE* (SDS) DALAM BAK  
KOAGULASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN SELULOSA  
ASETAT DALAM PENJERNIHAN SARI BUAH APEL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Wenny Farida Ulfa  
NIM 141810301046**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI KONSENTRASI  
*SODIUM DODECYL SULFATE* (SDS) DALAM BAK  
KOAGULASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN SELULOSA  
ASETAT DALAM PENJERNIHAN SARI BUAH APEL**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Wenny Farida Ulfa  
NIM 141810301046**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Almarhum Bapak Mulyono dan Ibunda Nurma Nikmah. Terimakasih untuk semua pengorbanan, dan kasih sayang yang selalu diberikan selama ini. Terimakasih pula atas dukungan, doa, bimbingan, nasehat dan semangat yang tiada hentinya;
2. Saudaraku Ilham Hidayatullah, Muhammad Akbar Hidayat, dan Wanda Melinda Putri yang selalu memberikan nasehat, motivasi dan dukungan serta selalu setia medoakan yang terbaik;
3. Almamater tercinta TKM NU 03 Assa'adah, MI Assa'adah, MTs Assa'adah II, SMA Assa'adah, serta dosen-dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan kasih sayang dan penuh kesabaran;
4. Keluarga besar MAJESTY angkatan 2014 yang selama ini telah berjuang bersama dari awal masuk hingga saat ini. Terimakasih telah menjadi keluarga baruku dan telah berbagi kenangan-kenangan yang tak terlupakan;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

## MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan (sesuai) dengan apa yang diberikan Allah kepadanya. Allah kelak akan memberikan kelapangan setelah kesempitan”  
(terjemahan surat *At-Thalaq* ayat 7)<sup>\*)</sup>

Dari Abu Hurairah radhiyallahu ‘anhu, ia berkata bahwa Nabi shallallahu ‘alaihi wa sallam bersabda, “Allah Ta’ala berfirman: Aku sesuai persangkaan hamba-Ku. Aku bersamanya ketika ia mengingat-Ku. Jika ia mengingat-Ku saat bersendirian, Aku akan mengingatnya dalam diri-Ku. Jika ia mengingat-Ku di suatu kumpulan, Aku akan mengingatnya di kumpulan yang lebih baik daripada pada itu (kumpulan malaikat).” (Muttafaqun ‘alaih)  
(HR. Bukhari, no. 6970 dan Muslim, no. 2675)<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Proyek Pengabdian Kitab Suci Al-Qur’an. 1975. *Al Qur’an dan Terjemahannya*. Jakarta: PT. Bumi Restu.

<sup>\*\*)</sup> *Al-Minhaj Syarh Shahih Muslim*. Cetakan pertama, Tahun 1433 H. Yahya bin Syarf An-Nawawi. Penerbit Dar Ibnu Hazm. 17:3-4.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wenny Farida Ulfa

NIM : 141810301046

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Variasi Konsentrasi *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) pada Bak Koagulasi terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat terhadap Penjernihan Sari Buah Apel” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

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

Jember, 31 Januari 2019

Yang menyatakan,

Wenny Farida Ulfa  
NIM 141810301046

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI KONSENTRASI  
*SODIUM DODECYL SULFATE* (SDS) DALAM BAK  
KOAGULASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN SELULOSA  
ASETAT DALAM PENJERNIHAN SARI BUAH APEL**

Oleh

Wenny Farida Ulfa  
NIM 141810301046

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati., S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Penambahan Variasi Konsentrasi *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) pada Bak Koagulasi terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat terhadap Penjernihan Sari Buah Apel” karya Wenny Farida Ulfa telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

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

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

Anggota II,

Anggota III,

Yudi Aris Sulistiyo, S.Si., M.Si.  
NIP 198809242014041001

Tri Mulyono, S.Si, M.Si.  
NIP 196810201998021002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Pengaruh Penambahan Variasi Konsentrasi *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dalam Bak Koagulasi terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat dalam Penjernihan Sari Buah Apel;** Wenny Farida Ulfa, 141810301046; 2019:55 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penjernihan merupakan suatu tahapan yang penting dalam proses produksi sari buah apel yang dilakukan dengan tujuan menghilangkan pektin yang memberikan efek kekeruhan serta endapan pada sari buah yang dihasilkan. Salah satu metode yang dilakukan dalam proses penjernihan sari buah apel adalah menggunakan teknologi membran. Penggunaan membran dalam proses penjernihan memiliki beberapa kelebihan diantaranya lebih sederhana, lebih ramah lingkungan, serta dibutuhkan energi yang rendah dalam proses pemisahannya.

Pektin dalam sari buah apel memiliki berat molekul sebesar 30.000–300.000 Da, sehingga proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan membran ultrafiltrasi yang memiliki range  $10^4$ - $10^8$  Da. Membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah membran selulosa asetat yang dibuat dengan menggunakan teknik inverse fasa. Salah satu faktor yang mempengaruhi morfologi membran dalam pembuatan membran menggunakan teknik ini adalah komposisi bak koagulasi. Pada penelitian ini dilakukan penambahan surfaktan SDS atau *Sodium Dodecyl Sulfate* dalam bak koagulasi dengan variasi konsentrasi SDS dalam bak koagulasi sebesar 0,000; 0,004; 0,005; 0,006; 0,007 dan 0,008 M. Penambahan SDS ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja membran selulosa asetat yang dihasilkan khususnya nilai rejeksi pektin dalam sari buah apel. Kinerja membran yang diamati dalam penelitian ini adalah fluks, koefisien permeabilitas membran, dan rejeksinya pada dekstran 40.000 Da. Membran juga dilakukan uji kinerja dan selektifitasnya pada sari buah apel dengan uji fluks sari buah apel dan besar pektin dalam sari buah apel yang mampu

ditahan oleh membrane selulosa asetat yang dihasilkan (nilai koefisien rejeksi).

Nilai fluks air dan koefisien permeabilitas membran dengan penambahan SDS 0,004 M lebih besar dibandingkan dengan membran tanpa penambahan SDS. Nilai fluks air dan koefisien permeabilitas memiliki nilai yang semakin menurun pada membran dengan penambahan SDS seiring bertambahnya konsentrasi SDS dalam bak koagulasi. Nilai Fluks air dan koefisien permeabilitas membran terbesar adalah 2,339 L/m<sup>2</sup> jam dan 1,410 L/m<sup>2</sup> jam bar pada membran dengan konsentrasi SDS dalam bak koagulasi 0,004 M. nilai koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da pada membran dengan penambahan SDS 0,004 M lebih kecil dibandingkan dengan membran tanpa penambahan SDS. Nilai koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da memiliki nilai yang semakin naik pada membran dengan penambahan SDS seiring bertambahnya konsentrasi SDS dalam bak koagulasi. Nilai koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da terbesar adalah 82,28% pada membran dengan dengan konsentrasi SDS dalam bak koagulasi 0,008 M. Nilai fluks sari buah apel menunjukkan tren yang sama dengan nilai fluks air. Nilai fluks sari buah apel terbesar adalah 1,167 L/m<sup>2</sup> jam pada membran dengan dengan konsentrasi SDS dalam bak koagulasi 0,004 M. Nilai koefisien rejeksi pada pektin dalam sari buah apel menunjukkan tren yang sama dengan nilai koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da. Nilai koefisien rejeksi pektin dalam sari buah apel terbesar adalah 51,43% pada membran dengan dengan konsentrasi SDS dalam bak koagulasi 0,008 M. Hasil penelitian menunjukkan membran selulosa asetat yang telah dibuat dengan menambahkan SDS dalam bak koagulasi mampu meningkatkan kinerja membran khususnya pada rejeksi dekstran 40.000 Da dan pektin dalam sari buah apel.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Variasi Konsentrasi *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) pada Bak Koagulasi terhadap Kinerja Membran Selulosa Asetat terhadap Penjernihan Sari Buah Apel” dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

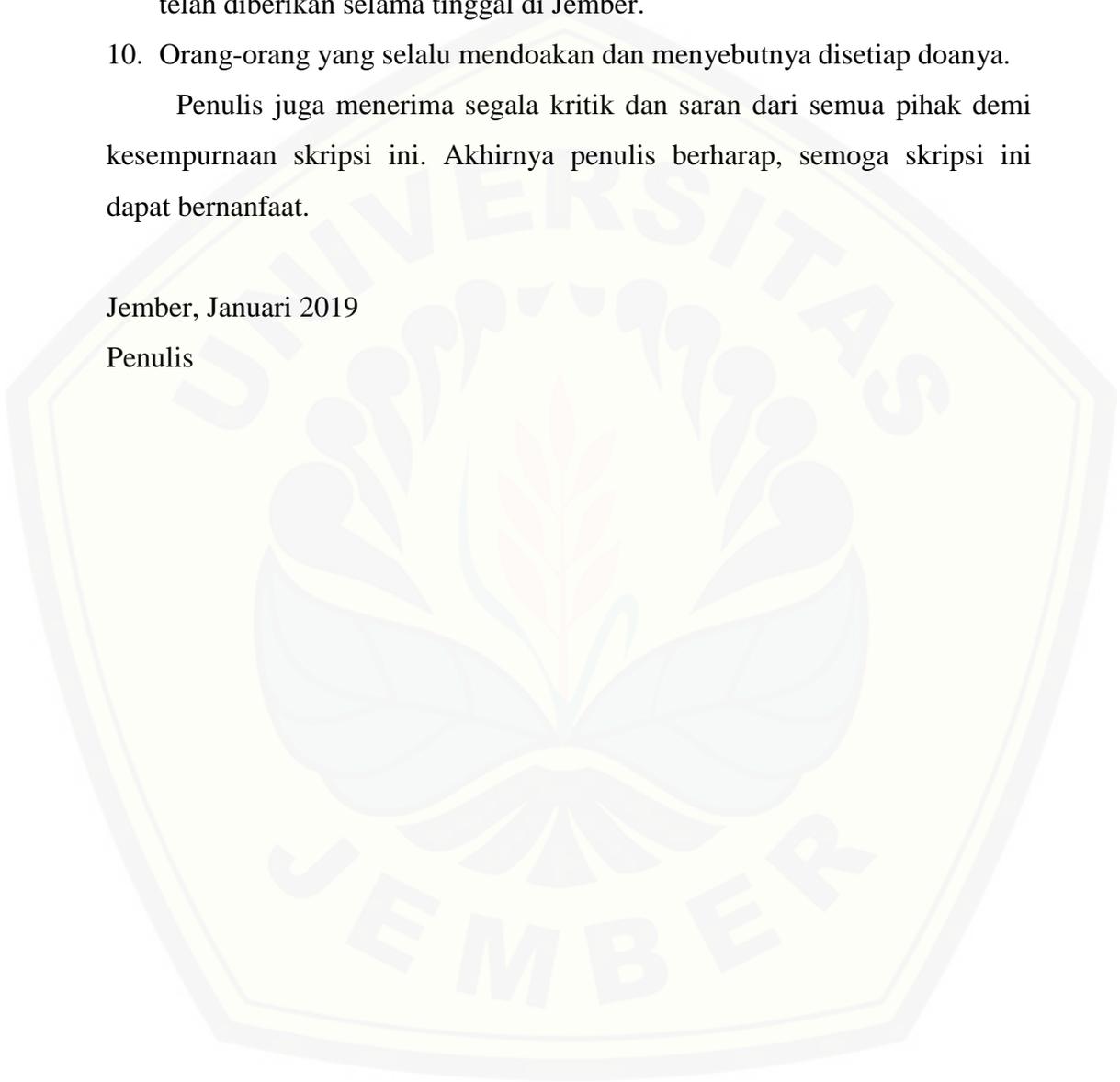
1. Drs. Sujito, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. Dwi Indarti, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Tanti Haryati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota, Yudi Aris Sulistiyo, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II atas arahan, bimbingan, serta saran yang diberikan dalam penulisan demi kesempurnaan skripsi ini;
4. Tri Mulyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama menjadi mahasiswa;
5. Bapak dan ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA UNEJ yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan;
6. Teknisi-teknisi laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
7. Teman seperjuangan, Hisyam, Anis, Desi, Suci, Ijul, Vidya, Khumairah, Nanda, Ria, Vida serta teman-teman Majesty yang telah menemani dan berjuang bersama dalam bekerja di Laboratorium;

8. Teman-teman KKN UMD 52 Solor Bondowoso yang telah memberikan pengalaman baru selama 45 hari untuk mengabdikan kepada masyarakat;
9. Para sahabat Anis, Yura, Okta, Dwi dan semua penghuni kos Jalan Jawa 7 No.64 atas segala perhatian, semangat, dan rasa kekeluargaan yang telah diberikan selama tinggal di Jember.
10. Orang-orang yang selalu mendoakan dan menyebutnya disetiap doanya.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis



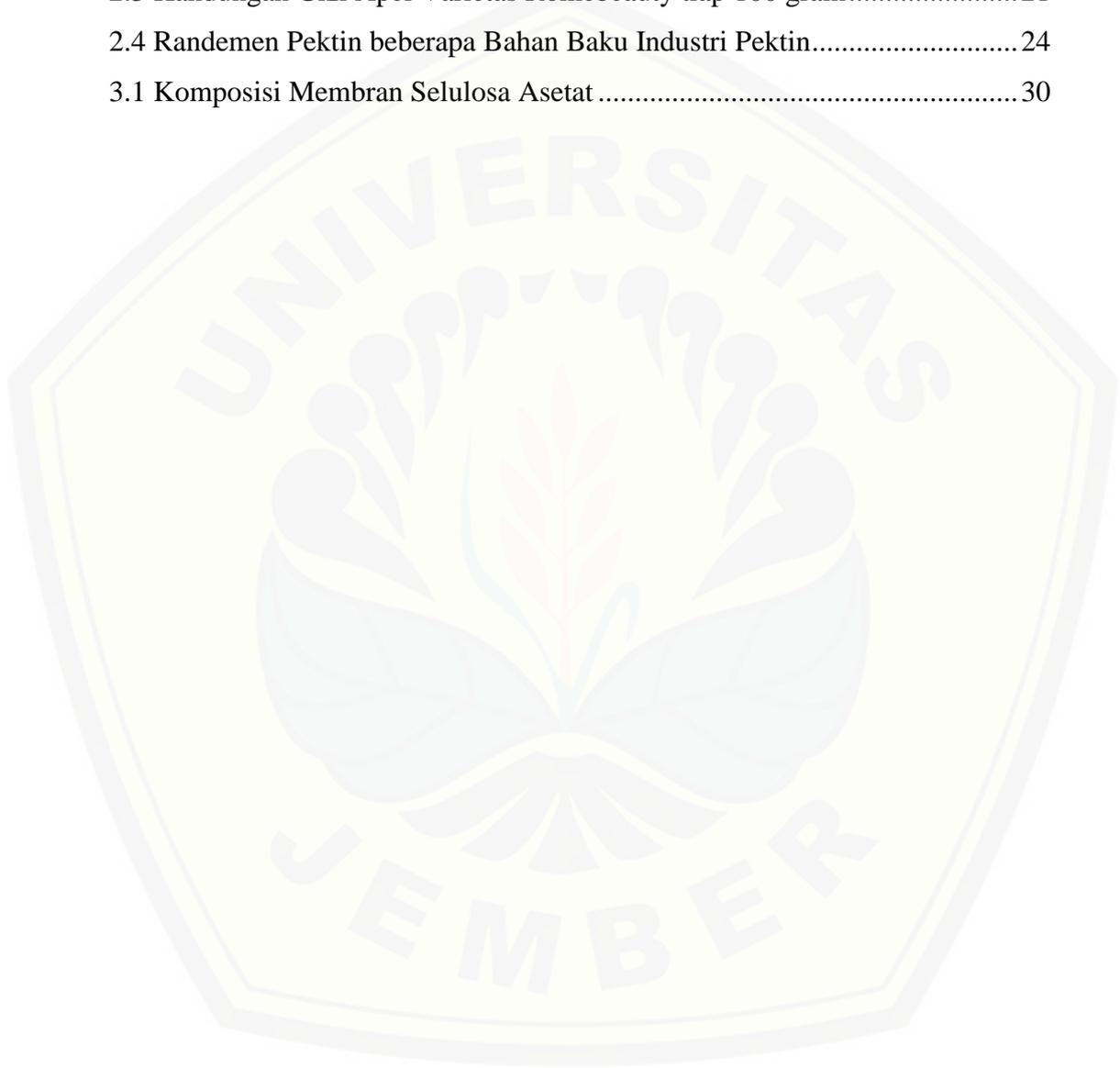
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Membran</b> .....	5
<b>2.2 Membran Ultrafiltrasi</b> .....	7
<b>2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Morfologi Membran</b> .....	8
<b>2.4 Teknik Pembuatan Membran</b> .....	10
2.4.1 Teknik Inversi Fasa .....	12
<b>2.5 Kinerja Membran</b> .....	13
<b>2.6 Material Membran</b> .....	15
2.6.1 Selulosa Asetat .....	15
2.6.2 DMP .....	16
2.6.3 DMSO .....	17
2.6.4 Aseton .....	17
<b>2.7 Surfaktan</b> .....	18
<b>2.8 Apel</b> .....	20
<b>2.9 Pektin</b> .....	22
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	25
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	25
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	25
3.2.1 Alat .....	25
3.2.2 Bahan .....	25
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian</b> .....	26
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	27
3.4.1 Penentuan Nilai KKM pada Larutan SDS .....	27

3.4.2 Pembuatan Membran.....	28
3.4.3 Karakterisasi Membran Selulosa Asetat .....	29
3.4.4 Uji Rejeksi Dekstran .....	31
3.4.5 Uji Kinerja Membran terhadap Pektin dalam Sari Buah Apel .....	32
3.4.6 Penentuan Koefisien Rejeksi Pektin dalam Sari Buah Apel ...	33
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> (SDS)     pada Bak Koagulasi terhadap Kinerja Membran Selulosa     Asetat .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> (SDS)     pada Bak Koagulasi terhadap Koefisien Rejeksi Dekstran     40.000 Da pada Membran Selulosa Asetat .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i> (SDS)     pada Bak Koagulasi terhadap Koefisien Rejeksi Pektin     dalam Larutan Sari Buah Apel pada Membran Selulosa     Asetat .....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>50</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>50</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Parameter Kelarutan.....	9
2.2 Sifat Fisik dan Kimia Sodium Dodesil Sulfat.....	20
2.3 Kandungan Gizi Apel Varietas Romebeauty tiap 100 gram.....	21
2.4 Randemen Pektin beberapa Bahan Baku Industri Pektin.....	24
3.1 Komposisi Membran Selulosa Asetat.....	30



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1. Proses Pemisahan Membran Menggunakan Sistem Dua Fase.....	5
2.2. Sistem Operasi Membran.....	7
2.3. Grafik Penentuan Koefisien Permeabilitas .....	15
2.4. Struktur Selulosa Asetat.....	16
2.5. Struktur Dimetil Ftalat .....	17
2.6. Struktur DMSO .....	18
2.7. Struktur Aseton .....	18
2.8. Struktur Sodium Dodesil Sulfat .....	20
2.9. Struktur Pektin .....	23
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2. Kurva Penentuan KKM Sebelum dan Sesudah ditambah Garis Perpotongan.....	29
3.3. Set Alat Ultrafiltrasi .....	31
4.1. Proses pertukaran pelarut dan non pelarut pada bak koagulasi saat konsentrasi SDS < KKM .....	37
4.2. Proses kompaksi membran selulosa asetat pada berbagai variasi konsentrasi SDS dalam bak koagulasi pada tekanan 2 bar .....	38
4.3. Waktu Kompaksi Membran Selulosa Asetat dengan Berbagai Variasi Konsentrasi SDS .....	38
4.4. Hubungan Nilai Fluks Membran CA dengan Variasi Konsentrasi SDS dalam Bak Koagulasi .....	39
4.5. Koefisien Permeabilitas Membran CA pada Berbagai Variasi Konsentrasi SDS dalam Bak Koagulasi .....	40
4.6. Koefisien Rejeksi Dekstran 40.000 Da.....	42
4.7. Proses Penyaringan Sari Buah Apel.....	44
4.8. Nilai Fluks Sari Buah Apel .....	44
4.9. Koefisien Rejeksi Pektin dalam Sari Buah Apel.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Waktu Kompaksi Membran Selulosa Asetat .....	55
4.2 Koefisien Permeabilitas Membran Selulosa Asetat .....	66
4.3 Fluks Air Membran Selulosa Asetat .....	71
4.4 Penentuan Nilai KKM SDS .....	72
4.5 <i>Scanning</i> Dekstran 40.000 Da.....	80
4.6 Kurva Standar Dekstran 40.000 Da .....	81
4.7 Rejeksi Dekstran 40.000 Da.....	82
4.8 Fluks Larutan Sari Buah Apel.....	84
4.9 <i>Scanning</i> Campuran Larutan Standar Pektin dan Sukrosa Total 52 ppm .....	85
4.10 Data Kurva Standar Karbohidrat Total .....	86
4.11 Koefisien Rejeksi Pektin Sari Buah Apel .....	87

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penjernihan merupakan suatu tahapan yang penting dalam proses produksi sari buah apel. Proses penjernihan umumnya dilakukan untuk menghilangkan pektin dalam jus (Domingues *et al*, 2011) yang memberikan efek kekeruhan serta endapan pada sari buah yang dihasilkan. Proses penjernihan ini dilakukan untuk menghasilkan sari buah dengan warna yang lebih jernih untuk menunjukkan karakteristik lebih alami yang lebih disukai oleh konsumen (Winarno, 1997). Penjernihan sari buah sebelumnya dilakukan dengan metode konvensional diantaranya sentrifugasi, perlakuan enzimatik, atau penggunaan agen penjernih seperti gelatin bentonit, silika sol, dan *polyvinyl pyrolidone*. Proses-proses tersebut memiliki kekurangan diantaranya waktu operasi yang lama, biaya produksi yang mahal, serta pengoperasian yang tidak kontinu, serta adanya efek rasa yang ditimbulkan oleh agen penjernih pada sari buah yang dihasilkan (Domingues *et al*, 2011). Oleh karena itu, dilakukan penjernihan dengan teknologi membran yang lebih sederhana, lebih ramah lingkungan, serta dibutuhkan energi yang rendah dalam proses pemisahannya (Idris dkk, 2007).

Mahartika, dkk (2014) melakukan penjernihan sari buah nanas menggunakan membran polisulfon. Hasil menunjukkan kadar pektin berkurang dari 0.03% menjadi 0.014%. Membran polisulfon yang digunakan memiliki kelemahan yaitu bersifat hidrofobik dan rentan terhadap fouling (Cheryan, 1986), sehingga pada penelitian ini digunakan membran dengan material selulosa asetat yang lebih bersifat hidrofilik dan tahan terhadap fouling. Membran selulosa asetat memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah bahan dasar yang dapat diperbarui dan proses pembuatan membran yang mudah. Membran selulosa asetat juga memiliki kekurangan di samping kelebihan yaitu biodegradable atau sifatnya yang rentan pada mikroba serta sensitive pada kisaran pH 2 sampai pH 8 (Bhongsuwan *et al.*, 2008).

Pektin dalam sari buah apel memiliki berat molekul sebesar 30.000–300.000 Da (Kirk dan Othmir, 1967), sehingga proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan membran ultrafiltrasi yang memiliki range  $10^4$ - $10^8$  Da (Wenten, 2000). Apriliasari (2013) membuat membran ultrafiltrasi dengan material selulosa asetat dengan komposisi 20%, Pelarut DMSO 62% dan aseton 15% serta ditambahkan DMP 3%. Pembuatan membran juga dilakukan dengan waktu penguapan 3 menit. Fluks air yang dihasilkan sebesar 2,797 L/jam  $m^2$ . Nilai koefisien rejeksi dekstran 100.000-200.000 Da sebesar 84,67%. Berdasarkan penelitian tersebut Pembuatan membran selulosa asetat akan dibuat dilakukan dengan komposisi yang sama.

Studi penambahan SDS atau *Sodium Dodecyl Sulfate* telah dilakukan sebelumnya oleh Buana (2014). Membran dengan penambahan SDS pada larutan *dope* sebesar 2% menghasilkan nilai fluks air paling besar dan rejeksi dekstran 100.000-200.000 Da yang cukup besar. Nilai fluks air yang dihasilkan sebesar 11,75 L/jam. $m^2$ . Nilai Koefisien rejeksi dekstran 100.000-200.000 Da yang mirip dengan ukuran pektin cukup besar sebesar 63,81%. Pada penelitian ini akan dilakukan penambahan SDS 2% pada larutan *dope*.

Penambahan SDS pada Bak koagulasi telah dilakukan sebelumnya oleh Mutiara (2016). Nilai konsentrasi kritis misel (KKM) hasil penelitian diperoleh sebesar 0,0079 M pada suhu 28°C. Penelitian menunjukkan nilai rejeksi dekstran 70.000 Da yang semakin besar seiring bertambahnya konsentrasi SDS dalam bak koagulasi ketika nilai konsentrasi SDS dalam bak koagulasi dibawah nilai KKM. Nilai koefisien rejeksi dekstran 70.000 Da paling besar dihasilkan oleh membran dengan penambahan SDS 0,008 M pada bak koagulasi yaitu sebesar 94,69% dengan fluks air sebesar 1.33 L/jam. $m^2$ . Membran selulosa asetat yang akan dibuat dalam penelitian ini juga dilakukan penambahan SDS dalam bak koagulasi. SDS ditambahkan dalam bak koagulasi dengan berbagai variasi konsentrasi diantaranya adalah 0.000; 0,004; 0,005; 0,006; 0,007 dan 0,008 M. Variasi konsentrasi tersebut dipilih karena nilai konsentrasi berada pada kondisi dibawah KKM. Penambahan SDS pada bak koagulasi diharapkan mampu menghasilkan

membran selulosa asetat dengan sifat fisik dan kinerja (fluks dan rejeksi) yang lebih baik untuk penjernihan sari buah apel.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) pada bak koagulasi terhadap fluks air dan koefisien permeabilitas membran selulosa asetat?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) terhadap koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da pada membran selulosa asetat?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) pada bak koagulasi terhadap fluks dan koefisien rejeksi pektin dalam larutan sari buah apel pada membran selulosa asetat?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) pada bak koagulasi terhadap fluks air dan koefisien permeabilitas membran selulosa asetat.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) terhadap koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi *sodium dodecyl sulfat* (SDS) pada bak koagulasi terhadap fluks dan koefisien rejeksi pektin dalam sari buah apel.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Selulosa asetat yang digunakan dengan BM 30.000 Da.

2. Surfaktan yang digunakan adalah *sodium dodecyl sulfate* (SDS)
3. Uji rejeksi dilakukan pada dekstran 40.000 Da terlebih dahulu untuk mengetahui kemampuan membran dalam menahan molekul dengan ukuran pada rentang berat molekul pektin dalam sari buah.
4. Penentuan koefisien rejeksi pektin berdasarkan konsentrasi karbohidrat total dalam larutan umpan dan permeat.
5. SDS yang ditambahkan dalam larutan *dope* sebesar 2%.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang diharapkan nantinya dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu teknologi membran dengan material selulosa asetat terhadap proses penjernihan sari buah apel. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru tentang pengaruh dari penambahan SDS dalam bak koagulasi membrane selulosa asetat terhadap uji rejeksi pektin pada proses penjernihan sari buah apel.

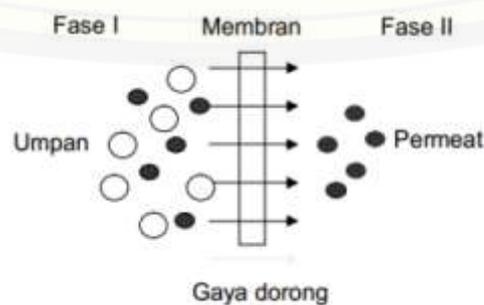
## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Membran

Membran didefinisikan sebagai suatu lapisan yang bersifat semipermeabel yang digunakan untuk memisahkan suatu bahan dengan menahan pergerakan dari bahan tersebut. Membran umumnya berupa lapisan polimer tipis (Scott dan Hughes, 1996). Pemisahan pada membran dilakukan dengan memanfaatkan adanya pori pada membran. Pori membran akan menahan dan melewatkan komponen tertentu pada suatu senyawa ketika dilakukan filtrasi (Osada dan Nakagawa, 1992). Membran dapat menjadi media yang digunakan dalam pemisahan yang didasarkan dengan perbedaan muatan listrik dan kelarutan (Mulder, 1996).

Pemisahan menggunakan membran dapat memisahkan komponen dalam suatu senyawa berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Hal lain yang mendasari pemisahan menggunakan membran juga dapat dilihat berdasarkan gaya dorong yang diberikan. Perbedaan gaya dorong yang diberikan dapat dilakukan dengan perbedaan nilai pH, tekanan ( $\Delta P$ ), potensial listrik ( $\Delta E$ ), dan suhu ( $\Delta T$ ) (Wenten, 2000).

Proses pemisahan menggunakan membran diilustrasikan pada gambar 2.1. Pemisahan membran digambarkan terjadi pada dua fase. Fase pertama merupakan larutan umpan yang terdiri dari berbagai komponen partikel. Adanya gaya dorong menyebabkan beberapa partikel pada larutan umpan yang melewati membran membentuk fase dua. Fase dua disebut dengan permeat yang berisi pada komponen partikel larutan feed tertentu (Mulder, 1996).



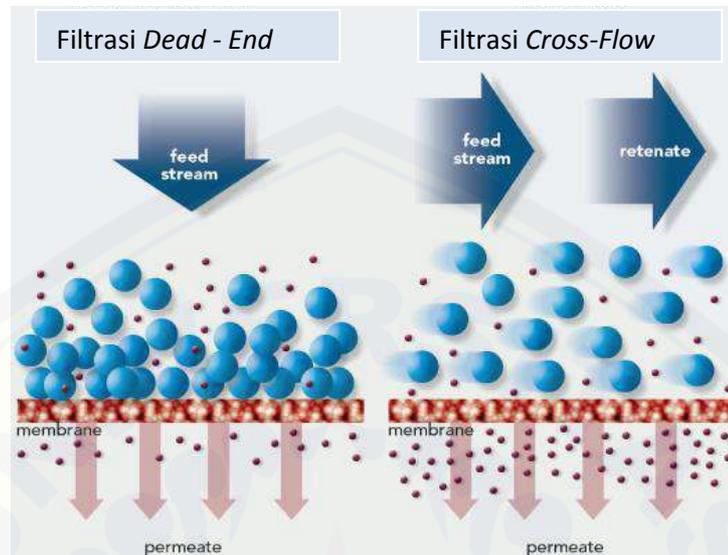
Gambar 2.1 Proses pemisahan membran menggunakan sistem dua fase (Mulder, 1996).

Membran dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas. Membran dalam hal struktur dan pemisahannya dibagi menjadi membran berpori dan non pori (Mulder, 1996). Membran berpori merupakan membran yang memiliki ruang kosong atau lubang yang terbentuk pada setiap lapisannya dengan berbagai ukuran. Membran jenis ini dapat memisahkan suatu partikel tertentu dari larutan berdasarkan ukuran partikel tersebut dan distribusi ukuran pori pada membran tersebut (Baker, 2012). Membran berpori memiliki berbagai jenis pori. Membran berpori secara spesifik dibagi menjadi tiga jenis yaitu membran makropori, mesopori, dan mikropori. Membran makropori memiliki ukuran lebih dari 50 nm. Membran mesopori memiliki ukuran antara 2-50 nm. Membran mikropori memiliki ukuran kurang dari 2 nm. Membran berpori umumnya digunakan dalam skala mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Membran non pori merupakan membran yang kerapatan ukuran porinya kurang dari 0.001  $\mu\text{m}$ . Membran ini umumnya digunakan untuk memisahkan spesi yang sangat kecil yang tidak bisa dipisahkan dengan menggunakan membran pori (Mulder, 1996). Pemisahan membran ini didasarkan pada kemampuan partikel berdifusi karena adanya gaya dorong berupa konsentrasi, tekanan, atau perbedaan potensial listrik (Baker, 2012).

Geometri pori membran menggolongkan membran dalam dua jenis yaitu membran simetrik dan asimetrik. Membran simetrik memiliki seluruh pori pada seluruh bagian membran. Membran ini kurang efektif dalam proses pemisahan karena penggunaan membran ini memungkinkan terbentuknya *fouling* lebih cepat. *Fouling* merupakan penyumbatan pori yang menyebabkan kinerja membran menurun. Membran asimetrik memiliki struktur yang berbeda antara lapisan atas dengan lapisan bawahnya. Lapisan atas memiliki ketebalan antara 0,1-0,5  $\mu\text{m}$ . Struktur pada lapisan atas yang terbentuk adalah sangat rapat. Ketebalan pada lapisan bawah sebesar 50-150  $\mu\text{m}$  dengan struktur lebih berpori. Membran asimetrik memiliki selektivitas pori lebih tinggi daripada membran simetrik (Mulder, 1996).

Klasifikasi membran berdasarkan pada sistem alirannya dibedakan atas sistem *dead-end* dan *cross-flow*. Gambar 2.2 menjelaskan bahwa pada sistem *dead-end* memiliki arah aliran yang tegak lurus dengan permukaan membran. Sistem *dead-end* cenderung lebih mudah menyebabkan *fouling* karena adanya

lapisan (*cake*) yang terbentuk pada permukaan membran sehingga dapat menurunkan kinerja membran. Sistem *cross-flow* memiliki arah aliran larutan umpan yang sejajar dengan permukaan membran.



Gambar 2.2. Sistem Operasi Membran (Sumber: Wenten, 2000).

Membran berdasar pada tekanan yang digunakan sebagai gaya dapat dibedakan menjadi mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dan *reverse* osmosis. Membran mikrofiltrasi berkerja dengan ukuran pori 0.05 hingga 10  $\mu\text{m}$  (Wenten, 2000). Membran yang digunakan dalam proses ultrafiltrasi memiliki ukuran pori 0.05  $\mu\text{m}$  hingga 1nm (Mulder, 1996). Molekul yang lolos melewati membran ini memiliki berat  $10^4$  hingga  $10^8$  dalton. Membran Reverse Osmosis bekerja dengan ketebalan 50 hingga 150  $\mu\text{m}$  (Wenten, 2000).

## 2.2 Membran Ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi merupakan membran yang pemisahannya berada diantara membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi. Membran ultrafiltrasi memiliki ukuran pori sebesar 1 $\mu\text{m}$  hingga 1nm. Pemisahan komponen oleh membran dinyatakan dalam *Molecular Weight Cut Off* (MWCO). MWCO merupakan berat molekul bahan yang dapat ditahan oleh membran. Pada proses filtrasi yang berlangsung, komponen yang mampu melewati membran ini harus memiliki berat

molekul antara  $10^4$  hingga  $10^8$  dalton. Penggunaan membran ultrafiltrasi paling banyak digunakan dalam pengolahan air. Membran ultrafiltrasi memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas memiliki ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah yang mengakibatkan ketahanan hidrodinamiknya lebih tinggi. Membran ini digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya (Wenten, 2000).

Pemisahan menggunakan metode ultrafiltrasi dipilih karena energi yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan dengan teknologi konvensional yang digunakan. Desain serta instrument yang sederhana merupakan nilai tambahan penting dalam membran ini. Proses pengoperasian membran ini memerlukan energi yang lebih rendah, peralatannya modular sehingga mudah di *scale up*, dan tidak membutuhkan kondisi ekstrim (temperature dan pH) (Wenten, 2000).

Membran ultrafiltrasi biasanya dibuat dengan menggunakan polimer poliamida, polisulfon, selulosa asetat, dan lain sebagainya. Pembuatan membran ultrafiltrasi biasanya menggunakan teknik inversi fasa. Membran ultrafiltrasi telah banyak digunakan untuk memisahkan molekul besar hingga kecil. Aplikasi penggunaan membran ini banyak ditemukan dalam kegiatan industri seperti industri makanan, tekstil, minuman, kertas, dan lain sebagainya (Mulder, 1996).

### 2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Morfologi Membran

Morfologi membran dalam proses pembentukannya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Pemilihan sistem pelarut dan non pelarut

Sistem pelarut dan non pelarut pada proses pembuatan membran harus dipilih dengan benar berdasarkan sifat-sifat fisik dan kimianya. Pemilihan pelarut umumnya dicari dengan pelarut yang memiliki kelarutan tertinggi dalam melarutkan polimer yang digunakan sebagai membran. Non pelarut yang digunakan harus larut pada sistem pelarutnya. Teknik inversi fasa secara umum menggunakan air sebagai non pelarutnya sbagai berikut (Wenten, 2000).

b. Jenis polimer

Pemilihan jenis polimer akan mempengaruhi jenis pelarut dengan non

pelarut yang digunakan. Pemilihan jenis polimer dapat didasarkan terhadap jenis membran yang akan dibuat. Pemilihan ini juga harus memperhatikan faktor fouling seperti efek adsorpsi, karakter hidrofilik atau hidrofobiknya, kestabilan termal dan kimianya serta kekuatan mekanik.

#### c. Jenis pelarut

Pelarut yang akan digunakan harus memperhatikan sifat kelarutannya dengan polimer yang akan digunakan. Pelarut dengan kelarutan yang tinggi paling bagus untuk digunakan sebagai pelarut. Kelarutan polimer dalam pelarut dapat dilihat dari harga parameter kelarutan. Nilai parameter kelarutan untuk selulosa asetat adalah  $19,96 \text{ Mpa}^{1/2}$ . Kelarutan yang baik adalah apabila nilai  $\Delta\delta$  antara polimer dan pelarut semakin kecil, artinya polimer akan cepat larut pada pelarut yang digunakan. Beberapa pelarut yang biasanya digunakan untuk selulosa asetat beserta harga parameter kelarutannya dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Parameter Kelarutan

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

Sumber: Brandrup, 1975

#### d. Penambahan zat aditif

Penambahan zat aditif dalam proses pembuatan membran mampu mempengaruhi karakteristik membran yang terbentuk. Fungsi penambahan zat aditif sangat spesifik. Penambahan aditif berfungsi sebagai 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). Zat aditif ditambahkan dalam larutan polimer dalam pembuatan membran mampu meningkatkan sifat hidrofisilitas membran dan menurunkan sudut kontak (Mulijani, 2010). Ghaemi *et al.* (2012) menambahkan surfaktan sodium dodesil sulfat dan CTAB pada larutan polimer. Buana (2014) menambahkan surfaktan anionik SDS dalam larutan polimer pada pembuatan membran selulosa asetat.

e. Waktu penguapan

Lamanya waktu penguapan mempengaruhi morfologi membran. Penguapan yang dilakukan dalam waktu yang semakin lama maka semakin sedikit dan kecil diameter pori yang terbentuk. Waktu penguapan menunjukkan lamanya pelarut meninggalkan film polimer ketika pembentukan pori pada membran sedang berlangsung (Kesting, 1971).

f. Komposisi bak koagulasi

Penambahan zat lain ataupun pelarut dalam bak koagulasi dapat mempengaruhi morfologi membran yang ingin dibuat. Penambahan tersebut dapat berupa penambahan pelarut ataupun zat lain seperti zat aditif. Penambahan pelarut dapat dilakukan dengan memperhatikan posisi bimodal. Penambahan pelarut dapat dilakukan lebih banyak ketika posisi bimodal mendekati sumbu polimer atau pelarut (Wenten, 2000). Penambahan zat aditif dapat dilakukan dengan berbagai macam zat aditif yang ada seperti *monosodium glutamate* dan sodium dodesil sulfat. Alsari (2001) yang melakukan penambahan SDS pada larutan polimer dan bak koagulasi. Penambahan SDS mampu menghasilkan pori membrane yang rapat.

## 2.4 Teknik Pembuatan Membran

Pembuatan membran dapat dilakukan melalui beberapa teknik diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Sintering*

Pembuatan membran dengan teknik sintering adalah dilakukan dengan

memberikan tekanan pada material membran. Teknik ini merupakan teknik cukup sederhana dalam pembuatan membran. Material membran yang digunakan dapat berupa bahan organik ataupun anorganik. Bubuk dengan ukuran tertentu dikompresi dan disintering pada temperatur tinggi. Selama proses *sintering* antar muka antara partikel yang berkontak hilang membentuk pori. Membran yang dihasilkan dengan teknik ini memiliki ukuran pori 0,1 sampai 10  $\mu\text{m}$  (Wenten, 2000).

*b. Stretching*

Metode *stretching* merupakan metode dalam pembuatan membran yang dilakukan dengan cara penarikan. Film yang telah diekstrusi atau foil akan ditarik searah dengan proses ekstruksi. Film ini terbuat dari bahan polimer semi kristalin. Proses selanjutnya yang terjadi adalah molekul-molekul kristal pada film akan terletak paralel. Stress mekanik diaplikasikan sehingga terjadi proses pemutusan. Pori yang terbentuk pada membran dengan menggunakan metode ini memiliki ukuran 0,1 sampai 0,3  $\mu\text{m}$  (Wenten, 2000).

*c. Track-etching*

Pembuatan membran dengan metode *Track-Etching* adalah pembuatan membran dengan menembak film atau fol dengan partikel yang memiliki radiasi dengan energi tinggi. Penembakan dilakukan dengan arah tegak lurus terhadap film. Proses yang terjadi selanjutnya adalah polimer akan rusak karena partikel yang ditembakkan sehingga membentuk suatu lintasan. Film kemudian dimasukkan ke dalam bak asam atau basa dan matriks polimer akan membentuk goresan sepanjang lintasan, selanjutnya akan membentuk pori silinder yang sama dengan distribusi pori yang sempit (Wenten, 2000).

*d. Template leaching*

Teknik ini merupakan salah satu teknik pembuatan membran berpori. *Leaching* merupakan pelepasan. Pembuatan membran dengan teknik ini dilakukan dengan melepaskan salah satu komponen pada membran sehingga pada template tersebut akan terbentuk pori. Membran gelas berpori dapat dibuat dengan cara ini (Wenten, 2000).

*e. Inversi fasa*

Teknik inversi fasa merupakan salah satu metode yang paling sering

digunakan dalam membuat membran. Teknik inversi fasa dilakukan dengan mengubah fasa dari bentuk larutan polimer yang digunakan. Perubahan fasa yang terjadi adalah berubahnya fasa cair menjadi fasa padat oleh larutan polimer pada kondisi terkendali. Proses perubahan fasa tersebut disebut dengan solidifikasi atau proses pemadatan. Fasa cair akan memadat membentuk matriks padat (*demixing*) (Wenten, 2000).

#### 2.4.1 Teknik Inversi Fasa

Teknik inversi fasa merupakan proses dimana polimer akan diubah dari fasa cair menjadi padat dalam keadaan yang terkontrol. Proses ini dinamakan solidifikasi. Proses solidifikasi sendiri terbentuk oleh transisi dari keadaan satu cairan menjadi dua cairan (*liquid-liquid demixing*). Satu dari fasa cairan tersebut akan memadat membentuk matriks selama proses *demixing*. Pada teknik inverse fasa dikenal beberapa macam presipitasi, diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Presipitasi dengan evaporasi pelarut

Presipitasi dengan evaporasi pelarut merupakan teknik yang paling sederhana dalam inversi fasa. Metode ini dilakukan dengan melarutkan polimer pada pelarut dan larutan polimer dicetak pada plat gelas. Pelarut dapat menguap atmosfer inert sehingga terbentuk membran homogen yang tebal.

b. Presipitasi dari fasa uap

Cetakan film yang terdiri larutan polimer dan pelarutnya diletakkan dalam atmosfer uap dimana fasa uap terdiri dari non pelarut dengan pelarut yang jenuh. Konsentrasi pelarut yang tinggi pada fasa uap mencegah penguapan pelarut dari cetakan film. Pembentukan membran terjadi karena adanya difusi nonpelarut pada cetakan film.

c. Presipitasi dengan penguapan yang terkontrol

Polimer larut dalam campuran dari pelarut dan non pelarut. Pelarut yang sifatnya lebih volatil dari non pelarut menyebabkan perubahan komposisi selama penguapan bergerak kearah kandungan non pelarut yang lebih tinggi dan konsentrasi polimer yang lebih tinggi.

d. Presipitasi termal

Larutan polimer dalam campuran pada pelarut campuran atau pelarut tunggal didinginkan agar terjadi pemisahan fasa dan pelarut akan menguap.

Penguapan pelarut yang terjadi akan membentuk membran berkulit untuk mikrofiltrasi.

e. Presipitasi Imersi

Larutan polimer di cetak pada media pendukung dan di imersikan dalam bak koagulasi yang mengandung non pelarut. Proses presipitasi terjadi dikarenakan adanya pertukaran pelarut dengan non pelarut. Hasil struktur membran didapat dari kombinasi transfer massa dan pemisahan fasa.

(Mulder, 1996).

Membran selulosa asetat yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan metode presipitasi imersi. Syarat ini dimaksudkan agar dapat terjadi *liquid-liquid demixing*. *Demixing* ini merupakan proses awal pemadatan untuk membentuk membran. Proses *demixing* dibedakan menjadi dua mekanisme:

a. *Instantaneous demixing*

*Instantaneous demixing* berarti *demixing* terjadi segera setelah polimer dicelupkan ke dalam bak koagulasi yang berisi nonpelarut. Membran yang diperoleh memiliki lapisan atas berpori. Membran yang terbentuk biasanya adalah membrane berpori (tipe mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi).

b. *Delayed demixing*

*Delayed demixing* berarti *demixing* terjadi beberapa saat setelah polimer dicelupkan ke dalam bak koagulasi. Membrane yang diperoleh memiliki lapisan atas yang lebih padat. Membran yang terbentuk adalah membran yang rapat (*gas separation prevaporation*).

(Mulder, 1996)

## 2.5 Kinerja Membran

Kinerja pada membran ultrafiltrasi dipengaruhi oleh dua komponen penting yaitu fluks dan selektifitas larutan umpan yang melalui membran. Fluks didefinisikan sebagai jumlah volume yang diperoleh pada operasi membran persatuan luas permukaan membran dan persatuan waktu. Satuan standar

internasional yang digunakan dalam menentukan fluks adalah  $L/m^2$  jam dan  $L/m^2$  hari. Nilai fluks ditentukan dengan persamaan 2.1.

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

dimana:

$J_v$  = fluks volume ( $L/m^2$ jam)

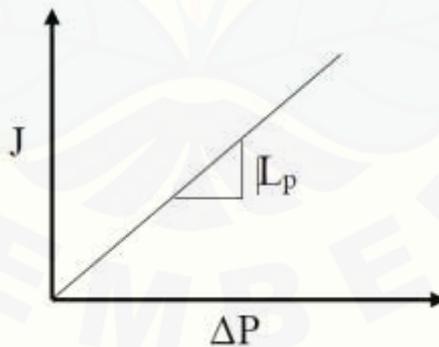
$A$  = Luas Permukaan ( $m^2$ )

$V$  = Volume permeat (L)

$t$  = Waktu (jam)

(Mulder, 1996).

Pengujian fluks dilakukan dengan mengukur waktu kompaksi terlebih dahulu. pengujian waktu kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran hingga diperoleh nilai fluks yang konstan. Nilai fluks pada saat kompaksi akan menurun dikarenakan adanya deformasi mekanik pada matriks membran akibat tekanan yang diberikan. Akibat yang ditimbulkan dari proses ini adalah terjadinya pemadatan pori membran. Nilai fluks yang dihasilkan pada proses ini selanjutnya digunakan untuk membuat grafik dengan sumbu y adalah nilai fluks dan sumbu x adalah nilai perubahan tekanan. Nilai koefisien permeabilitas ( $L_p$ ) ditentukan dari nilai slope yang didapatkan pada setiap grafik. Grafik penentuan koefisien permeabilitas dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Grafik penentuan koefisien permeabilitas ( $L_p$ )

Koefisien permeabilitas ditentukan dengan persamaan 2.2.

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

dimana:

$J_v$  = fluks volume ( $L/m^2$ jam)

$L_p$  = koefisien permeabilitas ( $L/m^2$ .jam.atm)

$\Delta P$  = perubahan tekanan  
(Mulder, 1996).

Koefisien rejeksi merupakan salah satu parameter selektifitas membran. Koefisien rejeksi diartikan sebagai banyaknya molekul yang tertolak oleh membran. Nilai rejeksi membran memiliki hubungan dengan nilai MWCO atau *molecular weight cut-off*. MWCO sendiri didefinisikan sebagai berat molekul suatu komponen yang larut dalam larutan umpan yang ditolak atau direjeksi oleh membran sebanyak 90%. Nilai koefisien rejeksi berkisar antara 100% dan 0%. Nilai 100% menyatakan bahwa komponen zat terlarut dalam larutan umpan dapat ditahan oleh membran secara sempurna. Nilai 0% menyatakan komponen zat terlarut dalam larutan umpan dapat melewati membran secara bebas. Adapun persamaan nilai koefisien rejeksi suatu larutan umpan dinyatakan sebagai berikut:

$$R = (1 - C_p/C_f) \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana:

R = Koefisien rejeksi

$C_p$  = Konsentrasi Permeat

$C_f$  = Konsentrasi zat terlarut dalam larutan umpan

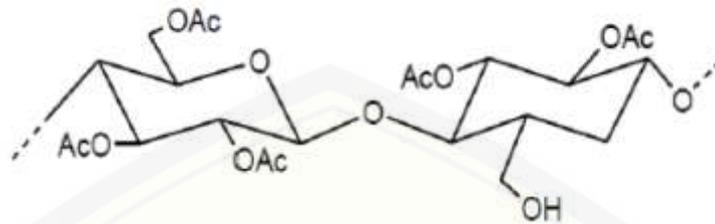
(Mulder, 1996).

## 2.6 Material Membran

### 2.6.1 Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan turunan dari selulosa. Selulosa tersusun atas satuan glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosida antar molekul glukosa penyusunnya. 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). Karena selulosa asetat memiliki struktur linear yang teratur, sehingga selulosa asetat bersifat Kristal. Sifat kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antara gugus hidroksil menyebabkan polimer ini sangat hidrofilik tetapi tidak mudah larut dalam air (Mulder, 1996). Struktur selulosa asetat ditunjukkan pada Gambar 2.4. Sifat fisika selulosa asetat memiliki rumus molekul

$(C_6H_7O_2(CH_3COO)_3)_x$  dan berwujud padat (serbuk) dengan titik lebur: 533,15K. Sifat kimia selulosa asetat yaitu: larut dalam aseton, dimetilformamida (DMF), dan lain-lain (Brandrup, 1975).

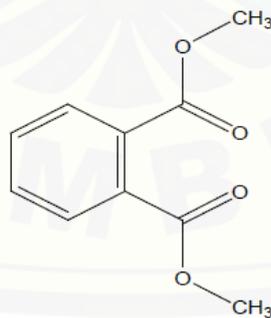


Gambar 2.4 Struktur selulosa asetat (Gama, 2014)

Keunggulan selulosa asetat sebagai membran dalam proses ultrafiltrasi yakni tingkat selektivitas untuk menahan material cukup tinggi (Mulder, 1996). Kekurangan membran selulosa asetat 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).

### 2.6.2 DMP

Dimetil Ftalat dengan rumus molekul  $C_6H_4(COOCH_3)_2$  memiliki bentuk cair yang berminyak, berbau lemah seperti ester dan tidak berwarna. Struktur dimetil ftalat dapat ditunjukkan pada Gambar 2.5.



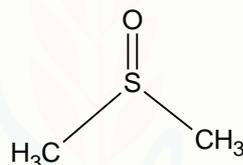
Gambar 2.5 Struktur Dimetil Ftalat ( Sumber : Fengel dan Wegener, 1995)

Kerapatan molekulnya sebesar 1.19 g/cm<sup>3</sup> pada suhu 20 °C. Titik leleh dan titik didihnya berturut-turut 6 °C dan 284 °C pada tekanan 1013 hPa. Dimetil ftalat larut di metanol dan dietil eter akan tetapi sukar larut dalam air dingin. Fauzia

(2006) melakukan penelitian dengan memodifikasi membran selulosa asetat dengan menambahkan DMP yang berfungsi sebagai *plastisizer* sebanyak 3%. Hasil penelitian menunjukkan membran yang terbentuk memiliki pori lebih rapat.

### 2.6.3 DMSO

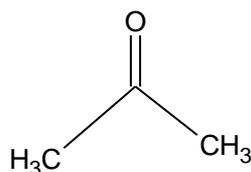
DMSO atau dimetil sulfoksida memiliki rumus molekul  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$  dengan struktur yang ditunjukkan pada gambar 2.6. DMSO memiliki wujud cair, tidak berwarna hingga memiliki warna kuning. DMSO memiliki bau seperti bawang putih. DMSO stabil pada suhu  $27\text{ }^\circ\text{C}$ . Larutan ini memiliki sifat dipolar dimana pelarut ini mampu melarutkan senyawa polar maupun senyawa nonpolar (Gaylord, 2007). DMSO larut dengan air, etanol, aseton, kloroform, dietil eter, benzene, kloroform (Silvertein dan Webster, 1998). DMSO melarutkan berbagai zat organik seperti karbohidrat, polimer, peptida, serta banyak garam anorganik (Fieser dan Fieser, 2007).



Gambar 2.6. Struktur DMSO (Sumber: Silvertein dan Webster, 1998).

### 2.6.4 Aseton

Aseton memiliki struktur kimia yang ditunjukkan pada gambar 2.7. Aseton memiliki kerapatan sebesar  $0,79\text{ g/cm}^3$ . Titik didih aseton sebesar  $56,1\text{ }^\circ\text{C}$ . Aseton larut dalam air, selain itu juga larut dalam berbagai perbandingan dengan etanol, dietil eter, dan lain-lain. Aplikasi penggunaan aseton dalam kehidupan biasanya digunakan sebagai plastic, serat, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Aseton digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan membran selulosa asetat menghasilkan membran dengan tipe pori yang rapat (Wenten, 2000).



Gambar 2.7. Struktur Aseton ( Sumber: Wenten, 2000).

Apriliasari (2013) membuat membran selulosa asetat dengan menggunakan pelarut DMSO dan aseton menghasilkan membran dengan jumlah pori yang lebih banyak dan ukuran pori yang lebih besar.

## 2.7 Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* merupakan suatu zat yang molekul-molekulnya akan tertarik dipermukaan ketika dilarutkan dalam pelarutnya. Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan. Surfaktan terdiri dari gugus liofilik yaitu gugus yang sangat kuat tertarik pada pelarut polar dan gugus liofobik yang sifatnya menjauh dari pelarut polar. Surfaktan terdiri dari berbagai jenis bila digolongkan berdasarkan gugus hidrofiliknya, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Surfaktan anionik. Surfaktan ini merupakan jenis surfaktan yang bagian aktif permukaannya mengandung muatan negatif.
2. Surfaktan kationik. Surfaktan ini mengandung muatan positif pada bagian aktif permukaannya.
3. Surfaktan non-ionik. Surfaktan ini tidak memiliki muatan pada bagian aktif permukaannya.
4. Surfaktan amfoterik. Surfaktan ini mengandung gugus anionik dan kationik dengan muatan bergantung pada pH.

(Salager, 2002).

Larutan surfaktan dalam air menunjukkan perubahan sifat fisik yang mendadak pada daerah konsentrasi tertentu yang disebabkan karena terbentuknya agrerat atau penggumpalan beberapa molekul surfaktan menjadi satu. Apabila dilakukan penambahan molekul surfaktan berikutnya akan tercapai keadaan permukaan yang jenuh dan adsorpsi surfaktan ke permukaan tidak terjadi lagi. Molekul-molekul surfaktan akan berasosiasi membentuk suatu struktur yang disebut dengan misel (Porter, 1994).

Konsentrasi dimana mulai terbentuk misel disebut dengan konsentrasi kritis misel (KKM). Sifat larutan akan berubah, seperti tegangan permukaan antarmukanya, viskositas, daya hantar listrik, dan lain-lain. KKM dapat ditentukan dengan penentuan besaran fisik (Porter, 1994). Nilai KKM dapat

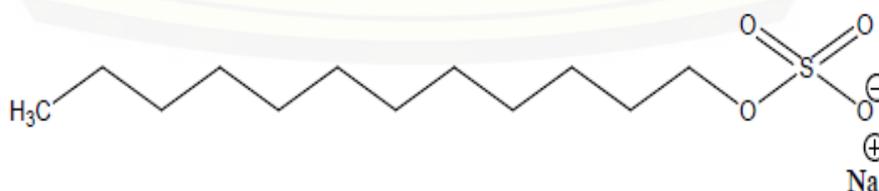
dipengaruhi oleh beberapa faktor. Nilai KKM bertambah dua kali dengan berkurangnya satu atom C dalam rantai pada deret homolog. Gugus aromatik dalam rantai hidrokarbon akan memperbesar nilai KKM dan kelarutannya. Nilai KKM juga dapat menurun dengan adanya garam. Nilai KKM yang turun hanya bergantung pada konsentrasi ion lawan, dimana makin besar konsentrasinya maka semakin turun nilai KKM. Perubahan temperatur, konsentrasi surfaktan, penambahan dalam fase larutan dan gugus structural dalam surfaktan dapat menyebabkan perubahan ukuran, bentuk, dan jumlah agregat dari misel (Rosen, 1978).

Sodium dodesil sulfat merupakan surfaktan anionik yang biasa dikenal sebagai produk pembersih lantai, sabun pencuci mobil, pasta gigi, dan lain-lain. SDS memiliki 12 atom karbon yang mempunyai bagian hidrofobik. SDS mengikat gugus sulfat yang membuat SDS menjadi senyawa amfifilik. Struktur SDS ditunjukkan pada gambar 2.8. Sifat fisik dan kimia SDS ditunjukkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Kimia Sodium Dodesil Sulfat

Rumus Molekul	$C_{12}H_{25}SO_4Na$
Sifat Fisik	Serbuk Putih
Bau	Tidak Berbau
Berat Molekul	288,38 g/mol
Massa Jenis	$0,370 \text{ g/cm}^3$
Titik Leleh	$204\text{-}207 \text{ }^\circ\text{C}$
Kelarutan dalam air	150 (g/l)
pH	9-10 (1% Aq. Sol)

Sumber: Sigma-Aldrich, 2016



Gambar 2.8 Struktur Sodium Dodesil Sulfat ( Sumber: Salager, 2002)

Konsentrasi kritis misel (KKM) dalam air murni pada temperature 25 °C adalah 0,0082 M (Aguiar *et al.*, 2003). Adapun nilai KKM dari SDS pada berbagai temperature ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai KKM SDS pada berbagai variasi suhu

Suhu (°C)	KKM (M)
10	0,00824
15	0,00806
20	0,00794
25	0,00776
30	0,00776
35	0,00784
40	0,00816
45	0,00833
50	0,00853

Sumber: Tennouga *et al.*, 2015

## 2.8 Apel

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) adalah tanaman yang tumbuh dalam iklim subtropis. Apel merupakan komoditi lokal utama Indonesia. Apel dikembangkan dalam beberapa kota seperti kota Batu dan kota Malang. Apel tumbuh dalam suhu yang sedang. Tata nama atau taksonomi tumbuhan apel diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Spermatophyta  
 Sub-divisi: Angiospermae  
 Kelas : Dicotyledonae  
 Ordo : Rosales  
 Family : Rosaceae  
 Genus : *Malus*  
 Species : *Malus sylvestris* Mill.

(Untung, 1996).

Apel sangat umum dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk buah segarnya, namun banyak juga dikembangkan berbagai produk olahan buah apel. Apel malang (*Malus sylvestris* Mill.) memiliki beberapa jenis diantaranya adalah apel anna, apel manalagi, dan apel romebeauty. Apel romebeauty memiliki ciri-ciri berkulit tebal dan berwarna merah pudar. Buah apel mengandung beberapa

komposisi kimia yang sangat berguna bagi tubuh. Kandungan utama buah apel adalah pektin. Pektin dalam buah apel malang (*Malus sylvestris* Mill.) pada varietas romebeauty sekitar 0,56% (Hapsari dan Estiasih, 2015). Komposisi kimia apel selain pektin dijelaskan dalam tabel 2.4

Tabel 2.4. Kandungan Gizi Apel varietas romebeauty tiap 100 gram

Komponen	Jumlah
Total gula	9.79 g
Kadar asam	0.35 g
Gula pereduksi	7.16 g
Sukrosa	3.49 g
Gula/asam	32.85 g
Pektin	0.56 g
pH	3.46
Kadar air	83.39 g
Vitamin C	7.04 mg
Total padatan terlarut	15.30° brix
Aktivitas antioksidan	10.19 g

Sumber: Sa'adah dan Estiasih, 2015.

Salah satu produk pengolahan apel adalah sari buah apel. Sari buah berdasarkan pada SNI-01-3719-1995 merupakan minuman ringan yang dibuat dari percampuran sari buah dengan air minum disertai dengan atau tanpa penambahan gula dan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Sari buah diperoleh dari hasil ekstraksi buah yang telah disaring. Sari buah sendiri merupakan cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dihancurkan, dicuci, dan dijernihkan (BPOM, 2006).

Pengolahan buah menjadi sari buah merupakan salah satu diversifikasi produk buah-buahan. Sari buah dapat dihasilkan dari proses pengepresan hingga ekstraksi yang selanjutnya dilakukan penyaringan. Buah diproses untuk menjadi minuman sari buah dilakukan dengan tujuan meningkatkan daya tahan dalam penyimpanan buah dan mempertahankan manfaat dari buah itu sendiri (BPOM, 2006).

Kualitas sari buah yang dihasilkan harus memenuhi beberapa parameter. Parameter tersebut diantaranya adalah viskositas (kekentalan), kekeruhan, total padatan terlarut, dan pH. Viskositas menunjukkan adanya tahanan atau gerakan pada cairan yang bergerak akibat gaya kohesif antar molekulnya (Giancoli, 1998).

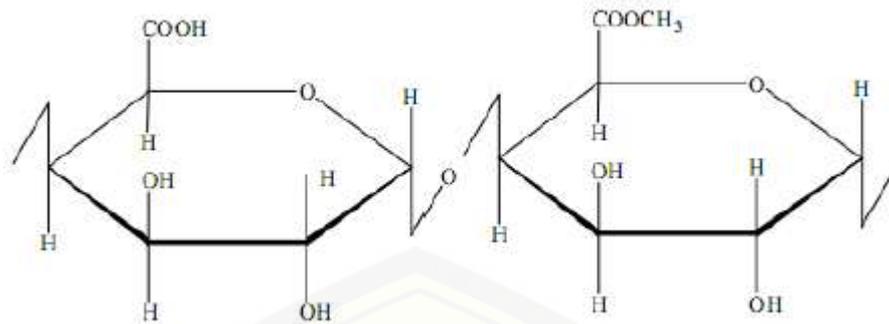
Kekeruhan didefinisikan sebagai banyaknya partikel bahan yang tersuspensi pada larutan. Nilai yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turut campurnya bahan yang tersuspensi pada jalannya sinar melalui larutan (Juansah *et al.*, 2009). Kekeruhan yang terjadi pada sari buah umumnya disebabkan karena tingginya kadar pektin dalam sari buah tersebut (Raid dan De, 2009). Kandungan pektin dalam sari buah dapat meningkatkan kekentalan pada sari buah yang dihasilkan. Adanya pektin dalam sari buah dapat membuat proses penjernihan sari buah menjadi lebih sulit.

Penggunaan membran dalam proses penjernihan sari buah sangat sering digunakan dalam skala industri. Penjernihan menggunakan teknologi membran lebih sederhana, ramah lingkungan, dan energi yang dibutuhkan relatif rendah dalam penjernihan sari buah. Penjernihan sari buah dengan menggunakan membran ultrafiltrasi telah banyak digunakan sebelumnya. Capanelli *et al* (1994) melakukan ultrafiltrasi pada jus jeruk menggunakan PVDF menghasilkan pektin dan pulp terdeposit pada membran. Heatherbell *et al.* (1977) memperkenalkan sistem ultrafiltrasi menggunakan membran keramik pada penjernihan jus apel yang menghasilkan produk jus buah apel yang jernih dan stabil.

## 2.9 Pektin

Pektin merupakan substansi alami yang banyak ditemukan dalam sebagian besar tanaman pangan. Pektin berasal dari kata *pectos* dalam bahasa latin yang memiliki arti sebagai pengental. Pektin merupakan senyawa polisakarida yang memiliki berat molekul yang tinggi. Pektin tersusun atas asam galakturonat yang memiliki ikatan  $\alpha$ -(1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan methanol dan sebagian gugus alkohol terasetilasi (Hariyati, 2006).

Pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Ekstraksi pektin dari apel secara komersial dilakukan dalam kondisi asam. Satu tipikal molekul pektin terdapat 300-1000 cincin asam  $\alpha$ -galakturonat yang dihubungkan dalam suatu rantai linier. Struktur pektin ditunjukkan pada gambar 2.9 (Hariyati, 2006).



Gambar 2.9. Struktur Pektin (Sumber: Hariyati, 2006)

Pektin memiliki wujud padat yang berupa serbuk. Pektin memiliki warna putih dan tidak berbau. Berat molekul pektin bervariasi dari 30.000-300.000 Dalton. Kelarutan pektin berbeda-beda sesuai dengan kadar metoksilnya (Kirk dan Othmer, 1952). Pektin dibagi menjadi dua jenis berdasarkan kandungan metoksilnya yaitu HMP dan LMP. HMP adalah pektin dengan kadar metoksil yang tinggi dengan kandungan metoksilya paling rendah 7%. LMP adalah pektin dengan kadar metoksil rendah yakni kandungan metoksilnya paling banyak 7% (Hariyati, 2006).

Pektin dapat ditemukan dalam dinding sel primer tanaman, khususnya disela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa pektin dalam tanaman berfungsi sebagai perekat antara dinding sel satu dengan yang lain (Winarno, 1997). Pektin juga berfungsi untuk menjaga stabilitas jaringan dan sel (Herbstreith dan Fox, 2005). Kandungan pektin pada tanaman sangat bervariasi. Hal itu bergantung pada jenis tanamannya maupun dari bagian-bagian jaringannya (Winarno, 1997). Randemen pektin pada berbagai sumber pektin dalam industri ditampilkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Randemen Pektin beberapa Bahan Baku Industri Pektin

Sumber	Randemen (% bobot kering)
<b>Apel</b>	<b>10-15</b>
Gula Bit	10-20
Bunga Matahari	15-25
Kulit Jeruk	20-35

Sumber: Herbstreith dan Fox, 2006

Pektin tersusun atas protopektin, asam pektinat, dan asam pektat. Protopektin merupakan senyawa pektin yang berperan dalam menentukan struktur dan tekstur selama proses peranakan hingga penuaan. Protopektin memiliki sifat yang tidak larut dalam air. Protopektin dapat berubah menjadi pektin dengan bantuan enzim-enzim pektin selama proses penuaan protopektin (Winarno, 1997). Kelompok enzim tersebut adalah enzim protopektinase, pektin metilesterase (pektase), serta poligalakturonase (Walter dan Taylor, 1991). Asam pektinat merupakan asam poligalakturonat yang mengandung gugus metil ester yang dapat membentuk garam pektinat setelah terdispersi dalam air (Winarno, 1997). Asam pektat adalah pektin dengan gugus karboksil yang tidak teresterifikasi pada asam galakturonat. Senyawa ini dapat berubah menjadi garam dan larut dalam air (Winarno, 1997).

Manfaat pektin dalam bidang industri sangat banyak, baik dalam industri makanan, minuman, sampai dengan industri farmasi. Pektin digunakan sebagai pembentuk gel dan pengental dalam pembuatan jelly, marmalade, dan makanan rendah kalori. Pektin dimanfaatkan dalam bidang farmasi digunakan sebagai obat diare (Hariyati, 2006).



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan dan penentuan kinerja membran pada penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2018 sampai November 2018 di Laboratorium Kimia Fisik dan Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat Penelitian

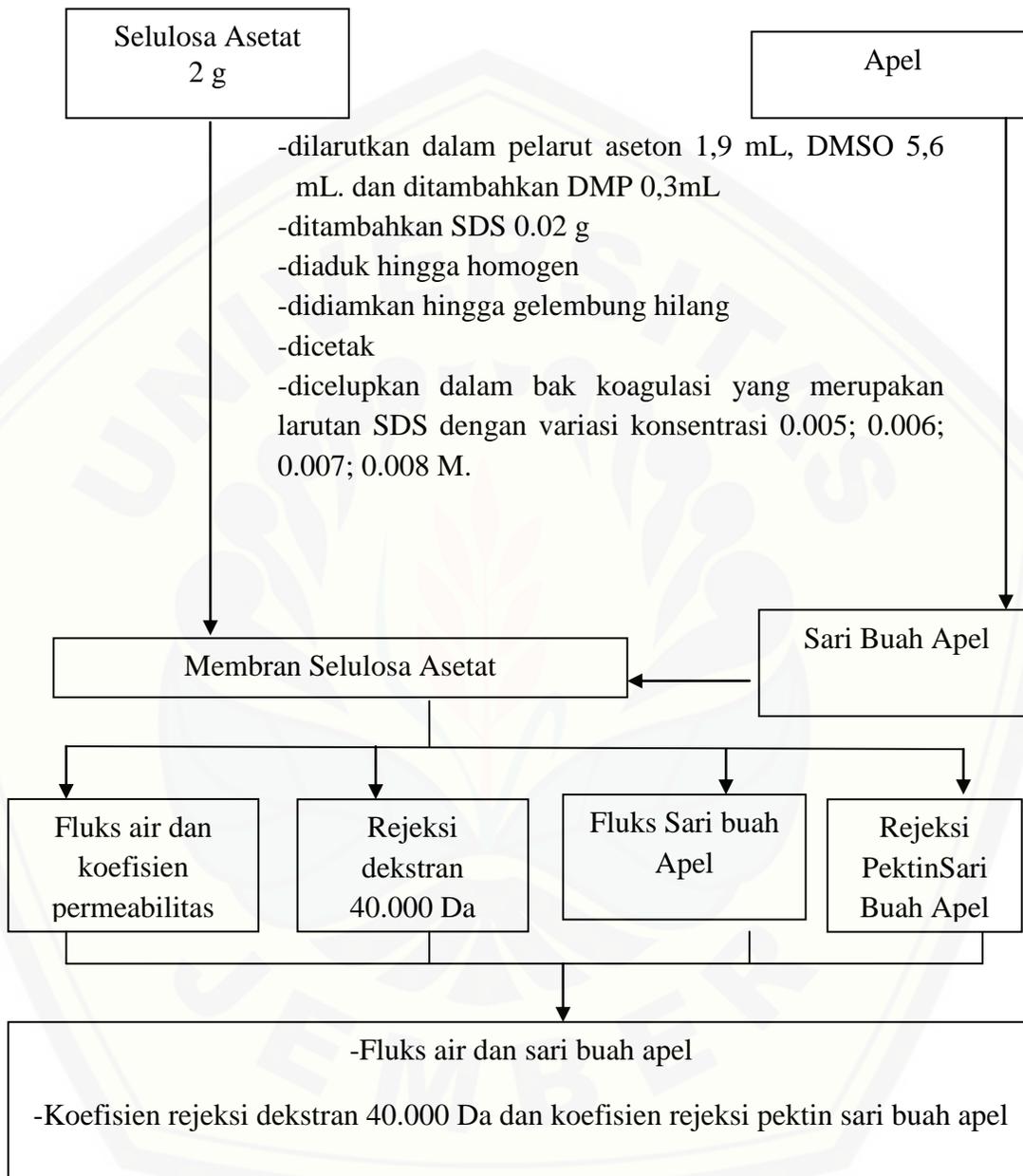
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: peralatan gelas, neraca analitik, pengaduk magnetik, botol semprot, alat pencetak membran (pelat kaca), bak koagulasi, *stopwatch*, kertas saring, satu set alat ultrafiltrasi modul flat system *dead-end*, sensor konduktometer, kompresor, spektrofotometer UV-Vis, Kuvet, *Blender*, lemari pendingin, pisau dan mikrometer, *software* origin lab 8.1.

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: selulosa asetat (*Aldrich Chemicals*) (39,9 wt%, BM 30 kDa), *sodium dodecyl sulfate* (SDS) (*Sigma*), DMSO (*Schhardt* dengan  $\rho = 1.11$  g/mL), dimetil ptalat (DMP) (*Schhardt* dengan  $\rho = 1.19$  g/mL), aseton (*Merck* dengan  $\rho = 0.79$  g/mL), dekstran 10 kDa (*sigma Aldrich*), pektin bubuk komersial, akuades, fenol p.a (*Merck*), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a 97% (*Merck*), alumunium foil, kertas saring, apel malang (*Malus sylvestris Mill*).

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan diagram alir pada gambar 3.1 sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Penentuan Nilai Konsentrasi Kritis Misel (KKM) pada larutan SDS

Konsentrasi kritis misel atau KKM dari larutan SDS ditentukan dengan menggunakan metode konduktometri. Pengukuran nilai konduktivitas dilakukan dengan menggunakan sensor konduktometer. Larutan SDS 0,1 M dimasukkan dalam buret 50 mL kemudian disiapkan akuades sebanyak 40 mL dalam gelas beaker 100 mL. Sensor konduktometer dan termometer dimasukkan pada gelas beaker yang berisi akuades kemudian dilakukan titrasi sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan *stirrer* dan *roller clamp* di atur pada posisi yang sama selama titrasi.

Pengukuran dihentikan ketika diperoleh daerah konsentrasi kritis misel (KKM) dari larutan SDS. Data yang diperoleh berupa kurva konduktivitas terhadap waktu ditunjukkan pada program dalam *laptop*. Kurva ditunjukkan pada gambar 3.2a. Selanjutnya dari kurva yang diperoleh ditambahkan garis yang digunakan untuk menentukan titik perpotongan kurva. Garis linear dibuat dengan membuat garis yang searah dengan alur kurva yang dihasilkan yang ditunjukkan pada gambar 3.2b. Dua garis linear yang dibuat diperoleh titik perpotongan. Titik perpotongan kurva tersebut merupakan daerah KKM. Titik perpotongan tersebut diperoleh nilai konduktivitas (sumbu y) dan waktu (sumbu x) yang ditampilkan pada *software* origin La 8.1. Data waktu yang diperoleh selanjutnya disubstitusikan pada nilai laju alir yang telah ditentukan sebelumnya untuk memperoleh nilai volume larutan SDS pada daerah KKM. Laju alir ditentukan dengan mengukur volume larutan SDS yang dialirkan melewati buret dengan posisi *roller clamp* yang diatur tetap pada waktu 2 menit.

Volume larutan SDS yang ditambahkan pada daerah KKM yang telah diperoleh dari persamaan laju alir selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai KKM dengan persamaan 3.1. Pengukuran nilai KKM dilakukan dua kali pengulangan. Nilai KKM diperoleh dari rata-rata yang diperoleh.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \dots \dots \dots (3.1)$$

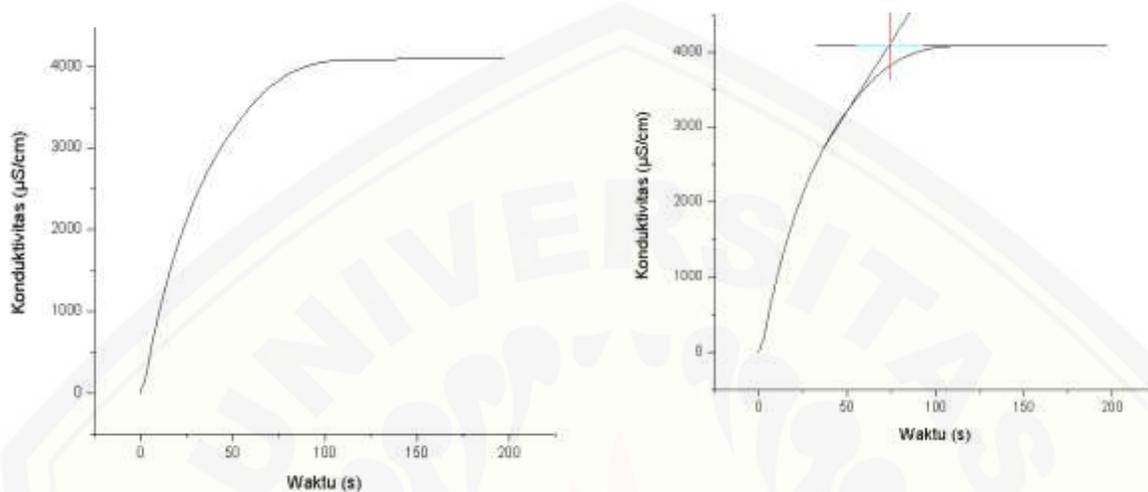
Keterangan:

$M_1$  = Konsentrasi larutan SDS mula-mula (M)

$M_2$  = Konsentrasi kritis misel (M)

$V_1$  = Volume larutan SDS yang ditambahkan pada pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)

$V_2$  = Volume akuades dan larutan SDS yang diperoleh pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)



Gambar 3.2 (a) kurva Penentuan KKM sebelum diperoleh titik perpotongan dan (b) kurva Penentuan KKM setelah diperoleh titik perpotongan

### 3.4.2 Pembuatan Membran

Membran selulosa asetat dibuat dengan menggunakan teknik inversi fasa. Selulosa asetat sebanyak 2 g akan dilarutkan dalam 1,9 mL aseton dan 5,6 mL DMSO. Larutan *dope* juga ditambahkan DMP (dimetil ftalat) sebanyak 0,3 mL (Apriliasari, 2013) dan SDS sebanyak 0.02 gram (2%) (Buwana, 2013). Proses selanjutnya adalah dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik hingga didapatkan larutan polimer yang homogen. Larutan polimer yang homogen dilakukan pendiaman selama 1 jam 15 menit sampai gelembung, kemudian dicetak pada plat kaca yang telah diberi selotip pada kedua sisinya. Selotip digunakan untuk mengatur ketebalan membran yang akan dihasilkan. Larutan polimer yang telah dicetak selanjutnya dimasukkan dalam bak koagulasi dengan berbagai variasi konsentrasi SDS 0.000; 0.005; 0.006; 0.007; 0.008 M. Proses selanjutnya adalah terjadi perubahan fasa dari cair menjadi padat pada larutan polimer dan membran selulosa asetat terbentuk. Komposisi membran selulosa asetat dijelaskan dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1. Komposisi Membran Selulosa Asetat

Massa CA (%) b/b	Aseton (%) b/b	DMSO (%) b/b	DMP (%) b/b	Waktu Penguapan (menit)	[SDS] dalam Bak Koagulasi (M)
20	15	62	3	3	0.000
20	15	62	3	3	0.004
20	15	62	3	3	0.005
20	15	62	3	3	0.006
20	15	62	3	3	0.007
20	15	62	3	3	0.008

Percobaan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali pada setiap variasi SDS pada bak koagulasi. Membran yang dipilih adalah membran yang mempunyai ketebalan yang seragam dengan mengukur beberapa titik dengan menggunakan micrometer dan dirata-rata hasilnya.

### 3.4.3 Karakterisasi Membran Selulosa Asetat

#### a. Uji Fluks Air

Uji fluks air dilakukan untuk mengetahui jumlah volume permeat yang diperoleh pada operasi membran persatuan waktu dan satuan luas permukaan. Membran dipotong dengan bentuk lingkaran dengan diameter 5,5 cm kemudian dimasukkan dalam alat ultrafiltrasi yang ditunjukkan pada gambar 3.3.

Waktu kompaksi pada membran dilakukan terlebih dahulu untuk menyusun ulang pori membran sehingga mampu menghasilkan pori yang seragam. Waktu kompaksi dilakukan dengan mengalirkan air melewati membran dengan tekanan 2 bar hingga diperoleh fluks air yang konstan. Volume larutan umpan yang berupa air digunakan sebanyak 50 mL. Pengukuran waktu kompaksi diukur tiap satu mL permeat yang melewati membran. Fluks volume ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.1. Membran yang telah dikompaksi kemudian dilakukan uji fluks air. Prosedur yang dilakukan dalam uji fluks sama dengan penentuan waktu kompaksi membran. Hal yang membedakan adalah pengukuran fluks dilakukan dengan mengukur banyaknya waktu yang dibutuhkan oleh membran untuk memperoleh

permeat sebesar 10 mL. Data waktu yang diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan persamaan 2.1 untuk mengetahui nilai fluksnya.



Gambar 3.3 Set Alat Ultrafiltrasi (Sumber: Irfan, 2008)

#### b. Penentuan Koefisien Permeabilitas

Koefisien permeabilitas dilakukan dengan memasukkan air dalam sel ultrafiltrasi sebanyak 50 mL. Pengadukan dilakukan dengan pengaduk magnetik yang dijaga konstan. Setiap membran selulosa asetat dari berbagai variasi konsentrasi SDS yang ditambahkan pada bak koagulasi diberi variasi tekanan 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 bar. Kompaksi membran dilakukan terlebih dahulu dengan variasi tekanan 1; 1,5; 2; 2,5; 3 bar hingga diperoleh nilai fluks yang konstan. Pengukuran fluks dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan oleh membran untuk memperoleh 10 mL permeat. Nilai fluks diperoleh dengan persamaan 2.1 untuk setiap masing-masing variasi tekanan yang diberikan. Hasil pengukuran selanjutnya akan dibuat grafik hubungan antara nilai perubahan tekanan dengan nilai fluks yang dihasilkan berdasarkan pengukuran. Nilai perubahan tekanan sebagai sumbu x dan nilai fluks sebagai sumbu y. Nilai konstanta permeabilitas ditentukan dari nilai *slope* oleh kurva yang dihasilkan seperti gambar 2.5

#### 3.4.4 Uji Rejeksi Dekstran

Penentuan koefisien rejeksi dilakukan dengan membuat larutan standar pektin dengan konsentrasi 1000 ppm sebanyak 50 mL sebagai larutan umpan pada sel alat ultrafiltrasi. Tekanan yang digunakan adalah 2 bar dengan selang waktu 1 jam pada proses ultrafiltrasi. Pengukuran konsentrasi permeat dan retentat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri. Konsentrasi permeat dan retentat yang diperoleh digunakan untuk menentukan kemampuan membran dalam merejeksi pektin.

##### a. Pembuatan Kurva Standar

Kurva standar dibuat dengan pembuatan larutan dekstran pada variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, dan 1000 ppm. Larutan berbagai variasi konsentrasi tersebut dibuat dari pengenceran larutan induk 1000 ppm. Larutan dekstran dengan berbagai konsentrasi diambil 1 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL yang selanjutnya ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 5% dengan volume masing-masing 5mL dan 1 mL. Larutan tersebut selanjutnya diencerkan kembali dengan akuades menggunakan labu ukur 25 mL. Konsentrasi larutan dekstran diperoleh sebesar 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 38 dan 40 ppm. Blanko yang digunakan adalah akuades yang juga ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 5% dengan volume masing-masing 5mL dan 1 mL dan diencerkan kembali menggunakan akuades pada labu ukur 25 mL. Larutan fenol 5% dibuat dengan menimbang fenol sebanyak 2,5 gram dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. *Scanning* dengan spektrofotometer Uv-Vis model 752 dilakukan dengan panjang gelombang 400-550 pada larutan standar pada konsentrasi 20 ppm. Larutan standar dekstran pada berbagai variasi konsentrasi selanjutnya diukur pada panjang gelombang maksimum hasil *scanning*. Kurva standar diperoleh dengan membuat grafik dengan sumbu y adalah konsentrasi dan sumbu x adalah konsentrasi.

##### a. Pengukuran Konsentrasi Permeat dan larutan umpan

Larutan permeat dari dekstran diambil sebanyak 1mL ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 5% dengan volume masing-masing 5mL dan 1 mL. Larutan tersebut

selanjutnya diencerkan kembali dengan akuades menggunakan labu ukur 25 mL. Larutan blanko dibuat dengan menggunakan akuades sebanyak 1 mL yang juga ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 5% dengan volume masing-masing 5mL dan 1 mL kemudian diencerkan dengan akuades menggunakan labu ukur 25 mL. Absorbansi permeat dan retentat pada larutan dekstran 40.000 Da diukur pada panjang gelombang maksimum hasil *scanning* spektrofotometer UV-Vis model 752. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian disubstitusikan pada persamaan garis dari hasil yang diperoleh oleh kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasinya. Nilai konsentrasi permeat dan retentat yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan koefisien rejeksi. Koefisien rejeksi membran dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

#### 3.4.5 Uji Kinerja Membran terhadap Pektin dalam Sari Buah Apel

##### a. Pembuatan Larutan Umpan Sari Buah Apel

Pembuatan larutan umpan diawali dengan pemilihan buah. Buah apel yang digunakan dipilih yang matang dan kondisi yang bagus yakni tidak busuk, cacat, pecah dan terbebas dari hama penyakit. Proses selanjutnya dilakukan pengupasan dan pencucian. Proses pengupasan dilakukan untuk mendapatkan daging buah apel. Pencucian dilakukan dengan mencuci 1 kg buah apel yang didapat menggunakan air bersih yang mengalir. Daging buah selanjutnya dipotong kecil-kecil dan dibuang bagian tengahnya untuk memudahkan proses penghancuran. Daging buah dihancurkan menggunakan blender hingga didapatkan sari buah apel. proses menghaluskan buah dengan blender dibantu dengan ditambahkan air dengan perbandingan 1:10 (v/v). Sari buah apel selanjutnya disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan ampas apel. Filtrat yang didapat selanjutnya dilakukan penyaringan kembali menggunakan kertas saring. Tujuan dilakukan penyaringan adalah untuk mendapatkan cairan yang lebih jernih. Larutan sari buah apel selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan membran (Huriawati, 2006).

##### b. Uji Fluks Larutan umpan Sari Buah Apel

Membran selulosa asetat dengan diameter 5,5 cm yang telah dikompaksi dimasukkan dalam satu set alat ultrafiltrasi *dead-end*. Uji fluks dilakukan menggunakan tekanan sebesar 2 bar. Larutan umpan sari buah apel yang digunakan sebanyak 50 mL. Fluks diukur dengan mengukur waktu yang diperlukan hingga diperoleh permeat larutan sari buah apel sebanyak 4 mL. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dengan persamaan 2.1 untuk menentukan nilai fluks.

### 3.4.6 Penentuan koefisien rejeksi Pektin dalam Sari Buah Apel

#### a. Pembuatan Kurva Standar Karbohidrat Total

Kurva standar karbohidrat total dibuat dengan membuat larutan pektin 1000 ppm terlebih dahulu dan kemudian diencerkan menjadi 10, 50, 90, 130, dan 170 ppm. Selanjutnya dibuat larutan standar sukrosa 170 ppm. Larutan standar pektin pada masing-masing konsentrasi serta larutan standar sukrosa masing-masing 1 mL, sehingga diperoleh campuran dengan konsentrasi 180, 220, 260, 300, dan 340 ppm. Campuran selanjutnya ditambah dengan fenol 10% 1 mL dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dengan volume 5 mL, Campuran selanjutnya diencerkan dengan menggunakan akuades dalam labu ukur 10 mL. Konsentrasi larutan standar kemudian diperoleh sebesar 36, 44, 52, 60, dan 68 ppm. Blanko yang digunakan adalah akuades sebanyak 2 mL yang juga ditambahkan fenol 10% dengan volume 1 mL, kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat 5 mL. Blanko selanjutnya diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 10 mL sampai tanda batas. Larutan fenol 10% dibuat dengan menimbang 5 gram fenol dan ke dalam labu ukur 50 mL serta ditambahkan akuades sampai tanda batas. *Scanning* panjang gelombang maksimum dilakukan menggunakan larutan standar 52 ppm pada rentang panjang gelombang 400-550 nm untuk menentukan panjang gelombang maksimumnya. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh digunakan untuk membuat kurva standar campuran pektin dan sukrosa, serta penentuan konsentrasi pektin dalam sari buah apel pada larutan umpan dan permeat. Larutan standar campuran pektin dan sukrosa variasi konsentrasi total 36, 44, 52, 60 dan 68 ppm selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum dari hasil *scanning* dan dibuat grafik antara sumbu x (konsentrasi

pektin) dan  $y$  (absorbansi) seperti Gambar 3.1. Persamaan garis akan diperoleh dari kurva tersebut, selanjutnya akan digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan pektin pada bagian permeat ataupun larutan umpan.

#### b. Penentuan Koefisien Rejeksi Pektin

Larutan permeat dari sari buah apel diambil sebanyak 1 mL dimasukkan dalam labu ukur 25 mL ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 10% dengan volume masing-masing 5 mL dan 1 mL. larutan tersebut selanjutnya diencerkan kembali dengan akuades dalam labu ukur 25 mL. Blanko yang digunakan adalah akuades sebanyak 1 mL yang juga ditambahkan  $H_2SO_4$  pa dan fenol 10% dengan volume masing-masing 5 mL dan 1 mL dan diencerkan kembali dengan akuades dalam labu ukur 25 mL. larutan fenol 10% dibuat dengan menimbang fenol sebanyak 5 gram yang kemudian dimasukkan pada labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda batas. Absorbansi permeat dan retentat diukur pada panjang gelombang maksimum hasil *scanning* spektrofotometer UV-Vis model 752. Nilai konsentrasi diperoleh dengan memasukkan nilai absorbansi yang diperoleh pada persamaan yang dihasilkan oleh kurva kalibrasi sebelumnya. Nilai konsentrasi retentat dan permeat yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung rejeksi membran berdasarkan pada persamaan 2.3.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini meliputi:

1. Waktu kompaksi membran memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan fluks dan koefisien permeabilitas membran. Fluks dan koefisien permeabilitas meningkat dari membran tanpa SDS ke membran dengan penambahan SDS 0,004 M kemudian menurun seiring bertambahnya konsentrasi SDS.
2. Koefisien rejeksi dekstran 40.000 Da menurun dari membran tanpa SDS ke membran dengan penambahan SDS 0,004 M kemudian meningkat seiring bertambahnya variasi konsentrasi SDS. Koefisien rejeksi 40.000 Da terbesar dihasilkan oleh membran dengan penambahan 0,008 M yaitu 82,28%.
3. Fluks sari buah apel memiliki tren yang sama dengan tren fluks air walaupun memiliki nilai fluks yang lebih rendah. Koefisien rejeksi pektin sari buah apel juga memiliki tren yang sama dengan koefisien rejeksi dekstran 40 kDa. Koefisien rejeksi pektin dalam sari buah apel paling kecil terjadi pada membran dengan penambahan SDS 0,004 M yaitu 17,87%

### 5.2 Saran

Saran yang disampaikan sebagai perbaikan berdasarkan penelitian ini, yaitu hasil sari buah apel setelah proses filtrasi menghasilkan produk sari buah apel yang jernih dan tidak berwarna sehingga dapat dilakukan penelitian lanjutan seperti penentuan kadar vitamin C dan kadar gula pada sari buah apel dalam permeat. Koefisien rejeksi yang dihasilkan masih kecil sehingga perlu dilakukan pengukuran pektin dengan berat molekul yang lebih besar. Nilai fluks yang diperoleh pada penelitian ini juga masih sangat kecil sehingga masih perlu dilakukan penelitian penambahan zat pembentuk pori lainnya yang mampu meningkatkan porositas membran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S. 2009. Uji Kinerja Membran Ultrafiltrasi dengan *Bovine Serum Albumin* sebagai Larutan Umpan. *Jurnal Sains Materi Indonesia* 11(1): 6-9.
- Aguiar, J., P. Carpena, J.A.M. Bolivar, C.C. Ruiz. 2003. On The Determination of The Micelle Concentration by Pyrene 1:3 Ratio Method. *Journal of Colloid and Interface Science* 258(2003): 116-122.
- Alsari, A. M., K. C. Khulbe, dan T. Matsuura. 2001. The Effect Of Sodium Dodecyl Sulfate Solution As Gelation Media On The Formation Of PES Membranes. *Journal of Membrane Science* 188 (2): 279-293.
- Apriliasari, Y. 2013. Pengaruh Konsentrasi Selulosa Asetat Untuk Membran Ultrafiltrasi. *Skripsi*. Jember: Universitas Negeri Jember.
- Astawan, Made. 1991. *Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Baker, R. W. 2012. *Membrane Technology and Applications Third Edition*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.
- Bhongsuwan, D., T. Bhongsuwan and J.NaSuwan. 2008. Preparation of Cellulose Acetate Membranes for Ultra- Nano- Filtrations. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 42 : 311 – 317.
- BPOM (Badan Pengawasan Obat dan Makanan). 2006. *Keputusan Kepala Badan POM No. HK. 00.05.52.4040*. Tentang Kategori Pangan. Jakarta.
- Brandrup, J & Immergut, E.H. 1975. *Handbook Polymer*, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 1995. SNI 01-3719-1995. Tentang Minuman Sari Buah. Jakarta.

- Buana, E. S. 2014. Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat Terhadap Karakteristik Membran Selulosa Asetat. *Jurnal Berkala Sainstek* II(1):49-53.
- Capanelli, G., A. Bottino, S. Munari, D. G. Lister, G. Maschio, dan I. Becchi. 1994. The Use of Membrane Process in The Clarification of Orange and Lemon Juice. *Journal Food Engineering* 21: 473 – 483.
- Cheryan, M. 1986. *Ultrafiltration Book*. Lancaster PA: Technomic Pub Co Inc.
- Domingues, R. C.C., S. B. F. Junior, R. B. Silva, V. L. Cardoso, dan M. H. M. Reis. 2011. Clarification of Passion Fruit Juice with Chitosan: Effect of Coagulation Process Variables and Comparison with Centrifugation and Enzymatic Treatments. *Journal of Process Biochemistry* 47 (3): 467-471.
- Fengel, D., dan Wegener, G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi* Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta: UGM Press.
- Fessenden, R. J., dan J. S. Fessenden. 1989. *Organic Chemistry*. Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo. *Kimia Organik Jilid 2*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Gama. 2014. *Cellulose Acetate*. Belgium: GAMA European Avenue Jules Bordest
- Gaylord Chemical Company, L. L. C. 2007. Dimethyl sulfoxide (DMSO): Health and safety information. *Gaylord Chemical Company, L. L. C. Bulletin*. Halaman 2-5.
- Ghaemi, N., S. S. Madaeni, A. Alizadeh, P. Daraei, V. Vatanpour, dan M. Falsafi. 2012. Fabrication of cellulose acetate/sodium dodecyl sulfate nanofiltration membrane: Characterization and performance in rejection of pesticides. *Desalination* 290 (8): 99-106.
- Giancoli, Douglas C. 1998. *Physics (Principle With Applications)*. Fifth Edition. Prentice: Hall International. Terjemahan oleh Yuhliza H dan Irwan A. 2001. *Fisika*. Edisi Ke-5. Erlangga: Jakarta.

- Gusmalawati, D., E. Mayasari. 2017. Karakteristik Fisikokimiawi Sari Buah Tapus (*Curculigo Latifolia Dryand*) dengan Metode Ekstraksi Osmosis. *Jurnal Ilmiah Teknosains* 3(2): 77-81
- Hapsari, M. D. Y., T. Estiasih. 2015. Variasi Proses dan Grade Apel (*Malus sylvestris* Mill.) pada Pengolahan Minuman Sari Buah Apel: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3):939-949.
- Hariyati, M.H. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis var microcarpa*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Herbstreith, K.dan G. Fox. 2005. Pectin. [http://www.herbstreith-fox.de/fileadmin/tmpl/pdf/broschueren/The\\_Specialists\\_for\\_Pectin\\_09.pdf](http://www.herbstreith-fox.de/fileadmin/tmpl/pdf/broschueren/The_Specialists_for_Pectin_09.pdf) [Diakses pada 06 November 2017].
- Huriawati, F. 2006. Kajian Filtrasi Sari Buah Nanas dengan Menggunakan Membran Selulosa Asetat. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Idris, A. M., dan Ahmed. 2008. The effect of monosodium glutamate additive on performance of dialysis membrane. *J. Sci. Technol.* 3 (2): 172 - 179.
- Juansah, J., K. Dahlan, dan F. Huriati. 2009. Peningkatan Mutu Sari Buah Nanas dengan Memamfaatkan Sistem Filtrasi Aliran Dead-End dari Membran Selulosa Asetat. *Jurnal Makara Sains* 13 (1): 94-100.
- Kesting, R. E. 1971. *Synthetic Polymeric Membranes*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Kirk, R.E., dan D. F. Othmer. 1967. *Encyclopedia of Chemical Engineering*. Technology. New York: John Wiley and Sons, INC.
- Mahartika, A. F., D. P. Ariska, P. Dewi, A. Sulthon, A. Susanto. 2014. Morfin (Modified Ultrafiltration Machine) Aplikasi Polysulphone Membrane pada Sari Buah Belimbing UKM Mulyasari. [http://arsc.tb.ub.ac.id/wpcontent/uploads/2014/03/125100601111011\\_0011019\\_Aplikasi\\_Polysulphone\\_Ultrafill.pdf](http://arsc.tb.ub.ac.id/wpcontent/uploads/2014/03/125100601111011_0011019_Aplikasi_Polysulphone_Ultrafill.pdf) [Diakses pada 06 november 2017].

- Mulder, M. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*, 2nd edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mulijani, S., Budianto, E., & Hikam, M. 2010. Formation And Characterization Of Asymetric Nanofiltration Membrane: Effect Of Temperature And Surfactan As a Template. *Jurnal Eksergi*. 10(2): 36-41.
- Murni, S.W., S.Sudarmi. 2010. Preparasi Membran Selulosa Asetat untuk penyaringan Nira Tebu. *Journal of Chemical Technology* 3(3): 136-139.
- Mutiara, R. 2016. Karakteristik Membran Selulosa asetat dengan Variasi Kandungan Bak Koagulasi terhadap Penjernihan nira Tebu. *Skripsi*. Jember: Universitas Negeri Jember.
- Osada, Y. & T. Nakagawa. 1992. *Membrane Science and Technology*. New york: Marcel Dekker, Inc.
- Porter, M.R. 1994. *Handbook of Surfactant*, Second Edition. London: Bllaeie Academic & Professional.
- Pratiwi, V. P. 2018. Penjernihan Sari Buah Apel Menggunakan Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Jumlah *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS). *Skripsi*. Jember: Universitas Negeri Jember.
- Rahimpour, A., S. S. Madaeni, dan Y. Mansourpanah. 2007. The effect of anionic, non-ionic and cationic surfactants on morphology and performance of polyethersulfone ultrafiltration membranes for milk concentration. *Journal of Membrane Science* 296 (1–2): 110-121.
- Rai, P., dan S. De. 2009. Clarification of pectin-containing juice using ultrafiltration. *Current Science* 96 (10): 1361 – 1371.
- Rosen, M.J. 1978. *Surfactants And Interfacial Phenomena*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sa'adah, L.I.N. dan Estiasih, T. 2015. Karakterisasi Minuman Sari Apel Produksi Skala Mikro dan Kecil di Kota Batu: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(2): 374 – 380.

Salager, J. L. 2002. *Surfactants types and uses*. Venezuela: De Los Andes University.

Scott, K. Dan R. Hughes. 1996. *Industrial Membrane Separation Technology*. London: Blackie Academic and Professionals.

Sigma-Aldrich. 2016. Safety Data Sheet of Sodium Dodecyl Sulfate. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/71727?lang=en&region=ID>. [Diakses pada 06 November 2017].

Silverstein, R. M., F. X Webster. 1998. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, INC.

Tennouga, L., A. Mansri, K. Medjahed, A. Chetounani, I. Warad. 2015. The Micelle Formation of Cationic and Anionic Surfactants in Aqueous Medium: Determination of CMC and Thermodynamic Parameters at Different Temperatures . *J. Mater. Environ. Sci.* 6(10): 2711-2716.

USDA Nutrient Database. Raw Apple. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/>. [Diakses pada 06 November 2017].

Walter, R. and Taylor, S. 1991. *The Chemistry and Technology of Pectin*. Chap. 1. San Diego: Academic Press. Inc.

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

Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Waktu Kompaksi Membran Selulosa Asetat  
Variasi tanpa SDS

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar						Tekanan 2 Bar							
1							1		2		3		1		2		3			
mL ke	t <sub>1</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t <sub>2</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t <sub>3</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.1503	2.802	0.1483	2.839	0.1447	2.909	1	0.1806	2.332	0.1631	2.582	0.1608	2.618	1	0.0636	6.619	0.0864	4.874	0.0706	5.968
2	0.1547	2.721	0.1669	2.522	0.1703	2.473	2	0.1906	2.209	0.165	2.552	0.1667	2.526	2	0.1194	3.525	0.0633	6.648	0.0961	4.381
3	0.2075	2.029	0.1908	2.206	0.1947	2.162	3	0.1917	2.197	0.17	2.477	0.1733	2.429	3	0.1219	3.453	0.1467	2.871	0.1222	3.445
4	0.2414	1.744	0.2539	1.658	0.2483	1.696	4	0.1933	2.178	0.18	2.339	0.1781	2.365	4	0.1711	2.461	0.1589	2.65	0.1422	2.961
5	0.2789	1.51	0.2872	1.466	0.2717	1.549	5	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	5	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.155	2.716
6	0.2836	1.485	0.2906	1.449	0.3092	1.362	6	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	6	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.1792	2.35
7	0.2836	1.485	0.2906	1.449	0.3092	1.362	7	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	7	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.1792	2.35
8	0.2836	1.485	0.2906	1.449	0.3092	1.362	8	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	8	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.1792	2.35
9	0.2836	1.485	0.2906	1.449	0.3092	1.362	9	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	9	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.1792	2.35
10	0.2836	1.485	0.2906	1.449	0.3092	1.362	10	0.1933	2.178	0.1908	2.206	0.1814	2.321	10	0.1753	2.402	0.1819	2.314	0.1792	2.35

tekanan 2.5 bar						tekanan 3 bar							
1		2		3		1		2		3			
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.05890	7.149	0.06300	6.677	0.06640	6.342	1	0.03330	12.63	0.03220	13.07	0.02750	15.31
2	0.1292	3.259	0.1040	4.053	0.1464	2.876	2	0.04690	8.969	0.06830	6.162	0.03139	13.41
3	0.1531	2.751	0.1430	2.943	0.1622	2.596	3	0.06500	6.478	0.06830	6.162	0.05472	7.694

4	0.1753	2.402	0.1620	2.596	0.1783	2.361	4	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
5	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	5	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
6	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	6	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
7	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	7	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
8	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	8	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
9	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	9	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433
10	0.1753	2.402	0.1770	2.379	0.1783	2.361	10	0.07940	5.300	0.07780	5.414	0.07750	5.433

Variasi SDS 0.004 M

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar							Tekanan 2 Bar						
1		2		3			1		2		3			1		2		3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	Jv	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t <sub>1</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t <sub>2</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t <sub>3</sub> (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.1442	2.921	0.1642	2.565	0.1525	2.761	1	0.1011	4.164	0.1114	3.780	0.1144	3.679	1	0.04690	8.969	0.05860	7.184	0.05670	7.43
2	0.1858	2.266	0.2158	1.951	0.16	2.632	2	0.1253	3.361	0.1567	2.688	0.1453	2.898	2	0.04530	9.299	0.08920	4.722	0.08670	4.858
3	0.2103	2.002	0.2803	1.502	0.1781	2.365	3	0.1700	2.477	0.1983	2.123	0.1517	2.776	3	0.05110	8.238	0.1122	3.752	0.1100	3.828
4	0.2169	1.941	0.2803	1.502	0.2258	1.864	4	0.1928	2.184	0.1983	2.123	0.1725	2.441	4	0.08690	4.843	0.1275	3.302	0.1242	3.391
5	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.2742	1.536	5	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1869	2.252	5	0.1242	3.391	0.1517	2.776	0.1475	2.855
6	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.3094	1.361	6	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1997	2.108	6	0.1447	2.909	0.1869	2.252	0.1831	2.300
7	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.3094	1.361	7	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1997	2.108	7	0.1839	2.289	0.1869	2.252	0.1831	2.300
8	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.3094	1.361	8	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1997	2.108	8	0.1839	2.289	0.1869	2.252	0.1831	2.300
9	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.3094	1.361	9	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1997	2.108	9	0.1839	2.289	0.1869	2.252	0.1831	2.300
10	0.2500	1.684	0.2803	1.502	0.3094	1.361	10	0.1969	2.138	0.1983	2.123	0.1997	2.108	10	0.1839	2.289	0.1869	2.252	0.1831	2.300

tekanan 2.5 bar							tekanan 3 bar						
1		2			3		1		2			3	
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.0306	13.78	0.03280	12.85	0.03610	11.66	1	0.01670	25.26	0.02390	17.63	0.02610	16.13
2	0.0469	8.969	0.06830	6.162	0.06000	7.018	2	0.02470	17.03	0.03190	13.18	0.02970	14.17
3	0.0567	7.430	0.07060	5.968	0.1133	3.715	3	0.03530	11.94	0.03940	10.67	0.03640	11.57
4	0.0767	5.492	0.1222	3.445	0.1242	3.391	4	0.03750	11.23	0.04640	9.077	0.04280	9.843
5	0.0981	4.294	0.1383	3.044	0.1386	3.038	5	0.06500	6.478	0.05580	7.541	0.05940	7.083
6	0.1186	3.549	0.1419	2.966	0.1539	2.736	6	0.06500	6.478	0.06440	6.534	0.06530	6.450
7	0.1192	3.533	0.1622	2.596	0.1747	2.409	7	0.06500	6.478	0.07080	5.944	0.07330	5.742
8	0.1572	2.678	0.1589	2.649	0.1747	2.409	8	0.06500	6.478	0.07310	5.763	0.07330	5.742
9	0.1725	2.441	0.1711	2.461	0.1747	2.409	9	0.06500	6.478	0.07690	5.472	0.07330	5.742
10	0.1725	2.441	0.1711	2.461	0.1747	2.409	10	0.06500	6.478	0.07690	5.472	0.07330	5.742
11	0.1725	2.441	0.1711	2.461	0.1747	2.409	11	0.06500	6.478	0.07690	5.472	0.07330	5.742

Variasi SDS 0.005 M

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar							Tekanan 2 Bar						
1		2			3		1		2			3		1		2		3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.2319	1.815	0.1969	2.138	0.2364	1.781	1	0.0944	4.458	0.1000	4.211	0.09440	4.458	1	0.06530	6.450	0.06860	6.137	0.06640	6.342
2	0.2725	1.545	0.2556	1.648	0.2597	1.621	2	0.1011	4.164	0.1514	2.781	0.1064	3.958	2	0.1039	4.053	0.1192	3.533	0.0836	5.036
3	0.3406	1.236	0.2625	1.604	0.2597	1.621	3	0.1453	2.898	0.1742	2.418	0.1150	3.661	3	0.1397	3.013	0.1367	3.081	0.1203	3.501

4	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	4	0.1806	2.332	0.1983	2.123	0.1239	3.399	4	0.1706	2.469	0.1461	2.882	0.1392	3.026
5	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	5	0.2386	1.765	0.2056	2.048	0.1364	3.087	5	0.1772	2.376	0.1603	2.627	0.1600	2.632
6	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	6	0.2450	1.719	0.2267	1.858	0.1925	2.187	6	0.1772	2.376	0.1822	2.311	0.1867	2.256
7	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	7	0.2450	1.719	0.2492	1.689	0.2306	1.826	7	0.1975	2.132	0.1822	2.311	0.1867	2.256
8	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	8	0.2450	1.719	0.2492	1.689	0.2433	1.730	8	0.1975	2.132	0.1822	2.311	0.1867	2.256
9	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	9	0.2450	1.719	0.2492	1.689	0.2433	1.730	9	0.1975	2.132	0.1822	2.311	0.1867	2.256
10	0.3406	1.236	0.3383	1.244	0.3422	1.230	10	0.2450	1.719	0.2492	1.689	0.2433	1.730	10	0.1975	2.132	0.1822	2.311	0.1867	2.256

tekanan 2.5 bar							tekanan 3 bar										
1			2			3			1			2			3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)								
1	0.05830	7.218	0.06690	6.289	0.06110	6.889	1	0.04720	8.916	0.03810	11.06	0.03750	11.23				
2	0.1006	4.187	0.09440	4.458	0.1033	4.075	2	0.05970	7.050	0.06110	6.889	0.06530	6.450				
3	0.1067	3.947	0.1167	3.609	0.1114	3.780	3	0.06780	6.212	0.06860	6.137	0.07000	6.015				
4	0.1233	3.414	0.1319	3.191	0.1153	3.653	4	0.06690	6.289	0.06780	6.212	0.07060	5.968				
5	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1222	3.445	5	0.07190	5.852	0.07170	5.875	0.07310	5.763				
6	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1600	2.632	6	0.08390	5.019	0.08470	4.969	0.07310	5.763				
7	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1778	2.368	7	0.08940	4.707	0.08890	4.737	0.07310	5.763				
8	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1778	2.368	8	0.07690	5.472	0.07720	5.452	0.07310	5.763				
9	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1778	2.368	9	0.07560	5.573	0.07720	5.452	0.07310	5.763				
10	0.1842	2.286	0.1894	2.223	0.1778	2.368	10	0.07560	5.573	0.07720	5.452	0.07310	5.763				
11							11	0.07560	5.573	0.07720	5.452	0.07310	5.763				

Variasi SDS 0.006 M

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar							Tekanan 2 Bar						
1		2		3			1		2		3			1		2		3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.5236	0.8041	0.5042	0.8351	0.4986	0.8445	1	0.2506	1.68	0.2703	1.558	0.2633	1.599	1	0.1933	2.178	0.1797	2.343	0.1883	2.236
2	0.5311	0.7928	0.5242	0.8033	0.5181	0.8128	2	0.2944	1.43	0.3111	1.353	0.3058	1.377	2	0.1967	2.141	0.1828	2.304	0.2075	2.029
3	0.5561	0.7571	0.5369	0.7842	0.5294	0.7953	3	0.3319	1.268	0.3381	1.246	0.3181	1.324	3	0.2039	2.065	0.1867	2.256	0.2206	1.909
4	0.5561	0.7571	0.5467	0.7702	0.5514	0.7636	4	0.3550	1.186	0.3394	1.24	0.355	1.186	4	0.2122	1.984	0.2169	1.941	0.2325	1.811
5	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5575	0.7553	5	0.3656	1.152	0.3614	1.165	0.3817	1.103	5	0.2133	1.974	0.2378	1.771	0.2494	1.688
6	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5611	0.7504	6	0.3783	1.113	0.3772	1.116	0.3817	1.103	6	0.2558	1.646	0.2494	1.688	0.2519	1.671
7	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5611	0.7504	7	0.3783	1.113	0.3772	1.116	0.3817	1.103	7	0.2558	1.646	0.2528	1.666	0.2519	1.671
8	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5611	0.7504	8	0.3783	1.113	0.3772	1.116	0.3817	1.103	8	0.2558	1.646	0.2528	1.666	0.2519	1.671
9	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5611	0.7504	9	0.3783	1.113	0.3772	1.116	0.3817	1.103	9	0.2558	1.646	0.2528	1.666	0.2519	1.671
10	0.5561	0.7571	0.5544	0.7594	0.5611	0.7504	10	0.3783	1.113	0.3772	1.116	0.3817	1.103	10	0.2558	1.646	0.2528	1.666	0.2519	1.671

tekanan 2.5 bar							tekanan 3 bar						
1		2		3			1		2		3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.1742	2.418	0.1617	2.604	0.1661	2.535	1	0.1214	3.469	0.1186	3.549	0.1364	3.087
2	0.2139	1.969	0.1728	2.437	0.1783	2.361	2	0.1375	3.062	0.1372	3.068	0.1411	2.984
3	0.2281	1.846	0.1742	2.418	0.1828	2.304	3	0.1397	3.013	0.1456	2.893	0.1467	2.871

4	0.2281	1.846	0.2003	2.102	0.195	2.159	4	0.1764	2.387	0.1511	2.786	0.1564	2.692
5	0.2281	1.846	0.2117	1.989	0.2044	2.059	5	0.1961	2.147	0.155	2.716	0.1914	2.199
6	0.2281	1.846	0.2233	1.885	0.2269	1.855	6	0.1961	2.147	0.1939	2.172	0.1914	2.199
7	0.2281	1.846	0.2233	1.885	0.2269	1.855	7	0.1961	2.147	0.1939	2.172	0.1914	2.199
8	0.2281	1.846	0.2233	1.885	0.2269	1.855	8	0.1961	2.147	0.1939	2.172	0.1914	2.199
9	0.2281	1.846	0.2233	1.885	0.2269	1.855	9	0.1961	2.147	0.1939	2.172	0.1914	2.199
10	0.2281	1.846	0.2233	1.885	0.2269	1.855	10	0.1961	2.147	0.1939	2.172	0.1914	2.199

Variasi SDS 0.007 M

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar						Tekanan 2 Bar							
1		2		3			1		2		3		1		2		3			
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.3406	1.2364	0.4292	0.9811	0.4444	0.9474	1	0.4611	0.9131	0.3972	1.059	0.4050	1.039	1	0.2203	1.911	0.1861	2.262	0.2111	1.994
2	0.5717	0.7365	0.5208	0.8084	0.4561	0.9231	2	0.4656	0.9044	0.4542	0.9271	0.4250	0.9907	2	0.2289	1.839	0.2433	1.730	0.2347	1.794
3	0.5808	0.7249	0.5444	0.7734	0.505	0.8338	3	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4633	0.9087	3	0.2317	1.817	0.2508	1.679	0.2486	1.694
4	0.6433	0.6545	0.5667	0.7430	0.5611	0.7504	4	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.906	4	0.2333	1.805	0.2556	1.648	0.2797	1.505
5	0.6619	0.6361	0.6111	0.6889	0.6211	0.6779	5	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	5	0.3047	1.382	0.2858	1.473	0.2928	1.438
6	0.6619	0.6361	0.6514	0.6464	0.6578	0.6401	6	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	6	0.3047	1.382	0.3039	1.386	0.3014	1.397
7	0.6619	0.6361	0.6603	0.6377	0.6578	0.6401	7	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	7	0.3047	1.382	0.3039	1.386	0.3014	1.397
8	0.6619	0.6361	0.6603	0.6377	0.6578	0.6401	8	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	8	0.3047	1.382	0.3039	1.386	0.3014	1.397
9	0.6619	0.6361	0.6603	0.6377	0.6578	0.6401	9	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	9	0.3047	1.382	0.3039	1.386	0.3014	1.397
10	0.6619	0.6361	0.6603	0.6377	0.6578	0.6401	10	0.4778	0.8813	0.4569	0.9215	0.4647	0.9060	10	0.3047	1.382	0.3039	1.386	0.3014	1.397

tekanan 2.5 bar							tekanan 3 bar										
1			2			3			1			2			3		
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)				
1	0.1767	2.383	0.1797	2.343	0.1672	2.518	1	0.1436	2.932	0.0983	4.282	0.1206	3.493				
2	0.1933	2.178	0.2169	1.941	0.2186	1.926	2	0.1472	2.86	0.1253	3.361	0.1347	3.125				
3	0.195	2.159	0.2181	1.931	0.2289	1.839	3	0.1692	2.489	0.1356	3.106	0.1458	2.887				
4	0.1961	2.147	0.2594	1.623	0.2369	1.777	4	0.2300	1.831	0.1364	3.087	0.1628	2.587				
5	0.2225	1.892	0.2594	1.623	0.2369	1.777	5	0.2300	1.831	0.1719	2.449	0.1739	2.421				
6	0.2411	1.746	0.2594	1.623	0.2369	1.777	6	0.2300	1.831	0.2308	1.824	0.2267	1.858				
7	0.2411	1.746	0.2594	1.623	0.2369	1.777	7	0.2300	1.831	0.2308	1.824	0.2267	1.858				
8	0.2411	1.746	0.2594	1.623	0.2369	1.777	8	0.2300	1.831	0.2308	1.824	0.2267	1.858				
9	0.2411	1.746	0.2594	1.623	0.2369	1.777	9	0.2300	1.831	0.2308	1.824	0.2267	1.858				
10	0.2411	1.746	0.2594	1.623	0.2369	1.777	10	0.2300	1.831	0.2308	1.824	0.2267	1.858				

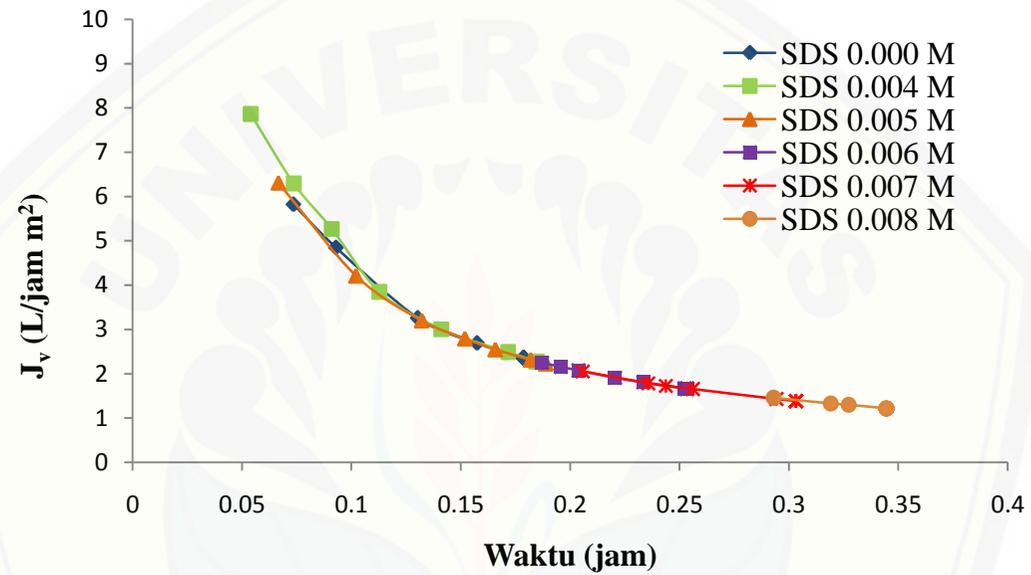
Variasi SDS 0.008 M

Tekanan 1 Bar							Tekanan 1.5 Bar							Tekanan 2 Bar									
1			2			3			1			2			3			1		2		3	
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)			
1	0.5153	0.8171	0.5217	0.8071	0.5111	0.8238	1	0.4422	0.9521	0.4331	0.9723	0.4414	0.9539	1	0.2547	1.653	0.3386	1.243	0.2858	1.473			
2	0.6783	0.6207	0.6211	0.6779	0.5878	0.7163	2	0.4919	0.8559	0.4633	0.9087	0.4583	0.9187	2	0.2847	1.479	0.3508	1.200	0.3219	1.308			
3	0.7086	0.5942	0.6889	0.6112	0.6411	0.6568	3	0.5139	0.8193	0.4878	0.8632	0.4792	0.8787	3	0.2875	1.465	0.3567	1.181	0.3381	1.246			
4	0.7331	0.5744	0.7236	0.5819	0.6878	0.6122	4	0.5603	0.7515	0.5244	0.8029	0.5103	0.8251	4	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244			

5	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7111	0.5921	5	0.5603	0.7515	0.5417	0.7773	0.5594	0.7526	5	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244
6	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7314	0.5757	6	0.5603	0.7515	0.5558	0.7575	0.5594	0.7526	6	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244
7	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7314	0.5757	7	0.5603	0.7515	0.5558	0.7575	0.5594	0.7526	7	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244
8	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7314	0.5757	8	0.5603	0.7515	0.5558	0.7575	0.5594	0.7526	8	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244
9	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7314	0.5757	9	0.5603	0.7515	0.5558	0.7575	0.5594	0.7526	9	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244
10	0.7331	0.5744	0.7283	0.5781	0.7314	0.5757	10	0.5603	0.7515	0.5558	0.7575	0.5594	0.7526	10	0.3389	1.242	0.3567	1.181	0.3383	1.244

tekanan 2.5 bar							tekanan 3 bar						
1		2			3		1		2			3	
mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	mL ke	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)	t (Jam)	Jv (L/m <sup>2</sup> j)
1	0.1875	2.246	0.2033	2.071	0.1961	2.147	1	0.1564	2.692	0.1572	2.678	0.1853	2.273
2	0.2078	2.026	0.2400	1.754	0.2103	2.002	2	0.1994	2.111	0.1697	2.481	0.2300	1.831
3	0.2225	1.892	0.2639	1.596	0.2531	1.664	3	0.2047	2.057	0.2203	1.911	0.2364	1.781
4	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	4	0.2181	1.931	0.2211	1.904	0.2356	1.787
5	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	5	0.2325	1.811	0.2428	1.734	0.2356	1.787
6	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	6	0.2403	1.752	0.2428	1.734	0.2356	1.787
7	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	7	0.2403	1.752	0.2428	1.734	0.2356	1.787
8	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	8	0.2403	1.752	0.2428	1.734	0.2356	1.787
9	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	9	0.2403	1.752	0.2428	1.734	0.2356	1.787
10	0.2475	1.701	0.2639	1.596	0.2633	1.599	10	0.2403	1.752	0.2428	1.734	0.2356	1.787

Grafik Proses Kompaksi Membran



Contoh perhitungan nilai fluks membran pada variasi SDS 0,000 M dalam tekanan 1 bar pengulangan 1

$$\text{Luas Membran (A)} = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times (0,02750 \text{ m})^2$$

$$= 0,002375 \text{ m}^2$$

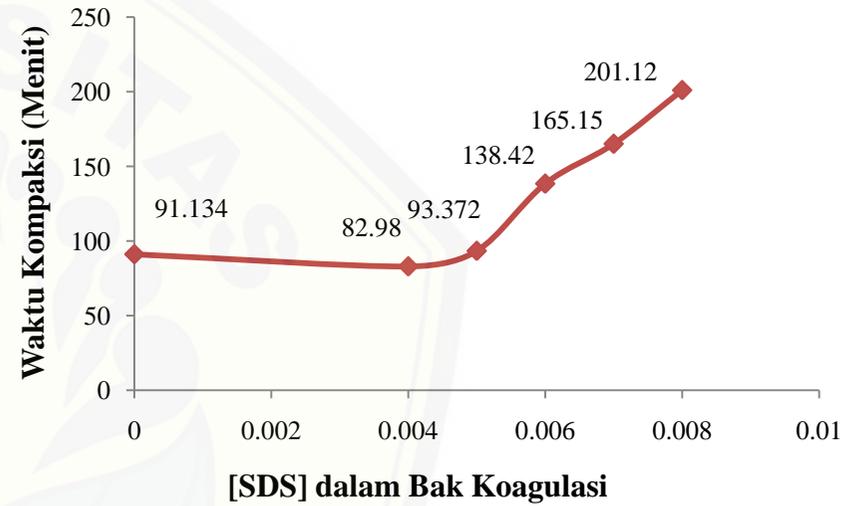
$$\text{Fluks (J}_v\text{)} = \frac{V}{A \times t}$$

$$= \frac{0,001 \text{ L}}{0,002375 \text{ m}^2 \times 0,1503 \text{ jam}}$$

$$= 2,8018 \text{ L/m}^2 \text{ jam}$$

Grafik Waktu Kompaksi Membran CA pada tekanan 2 Bar

Konsentrasi SDS	Waktu Kompaksi (menit)
0	91.13
0.004	82.98
0.005	93.37
0.006	138.4
0.007	165.2
0.008	201.1



Lampiran 4.2 Koefisien Permeabilitas Membran Selulosa asetat

Variasi SDS (M)	Tekanan (bar)	Pengulangan	Fluks (L/m <sup>2</sup> j)	Lp
0	1	1	1.476	1.359
		2	1.451	
		3	1.360	
		Rata-rata	1.429	
	1.5	1	2.129	
		2	2.108	
		3	2.104	
		Rata-rata	2.113	
	2	1	2.289	
		2	2.251	
		3	2.304	
		Rata-rata	2.281	
	2.5	1	2.404	
		2	2.377	
		3	2.360	
		Rata-rata	2.381	
3	1	5.036		
	2	5.166		
	3	5.282		
	Rata-rata	5.161		
0.004	1	1	1.594	1.410
		2	1.568	
		3	1.365	
		Rata-rata	1.508	
	1.5	1	2.182	
		2	2.205	
		3	2.294	
		Rata-rata	2.227	
	2	1	2.371	
		2	2.305	
		3	2.343	
		Rata-rata	2.340	
	2.5	1	2.406	
		2	2.447	
		3	2.392	
		Rata-rata	2.415	

	3	1	5.238	
		2	5.352	
		3	5.581	
		Rata-rata	5.390	
	1	1	1.224	
		2	1.240	
		3	1.226	
		Rata-rata	1.230	
	1.5	1	1.698	
		2	1.686	
		3	1.728	
		Rata-rata	1.704	
0.005	2	1	2.140	
		2	2.303	
		3	2.240	1.320
		Rata-rata	1.704	
	2.5	1	2.294	
		2	2.231	
		3	2.381	
		Rata-rata	2.302	
	3	1	5.075	
		2	5.026	
		3	5.604	
		Rata-rata	5.235	
	1	1	0.7810	
		2	0.7830	
		3	0.7800	
		Rata-rata	0.7810	
	1.5	1	1.640	
		2	1.643	
		3	1.607	
		Rata-rata	1.630	
0.006	2	1	1.682	0.8130
		2	1.687	
		3	1.686	
		Rata-rata	1.685	
	2.5	1	1.989	
		2	2.027	
		3	1.927	
		Rata-rata	1.984	
	3	1	2.24	

		2	2.245
		3	2.259
		Rata-rata	2.248
<hr/>			
	1	1	0.6430
		2	0.6460
		3	0.6470
		Rata-rata	0.6450
	1.5	1	0.8920
		2	0.9150
		3	0.8960
		Rata-rata	0.9010
	2	1	1.389
0.007		2	1.394
		3	1.397
		Rata-rata	1.394
	2.5	1	1.765
		2	1.655
		3	1.819
		Rata-rata	1.746
	3	1	1.855
		2	1.846
		3	1.887
		Rata-rata	1.856
<hr/>			
	1	1	0.6240
		2	0.6280
		3	0.6260
		Rata-rata	0.6260
	1.5	1	0.7630
		2	0.7660
		3	0.7630
		Rata-rata	0.7640
	2	1	1.252
0.008		2	1.185
		3	1.260
		Rata-rata	1.232
	2.5	1	1.703
		2	1.648
		3	1.617
		Rata-rata	1.656
	3	1	1.761
		2	1.742
<hr/>			

0.6540

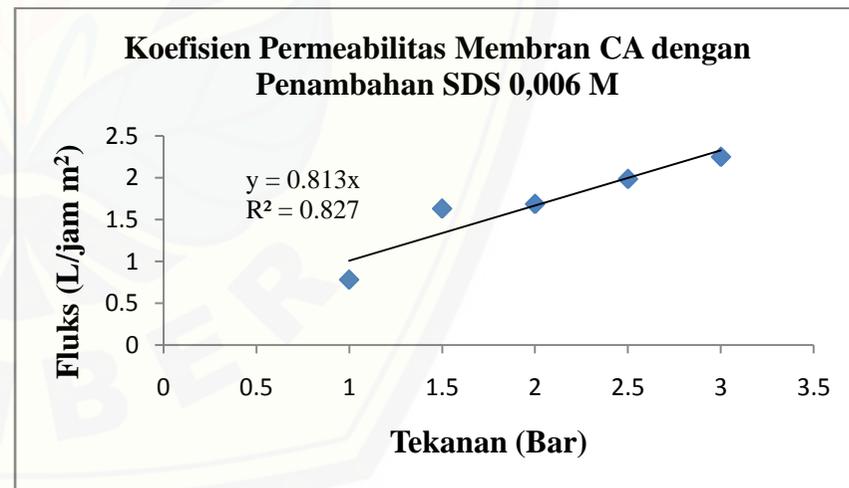
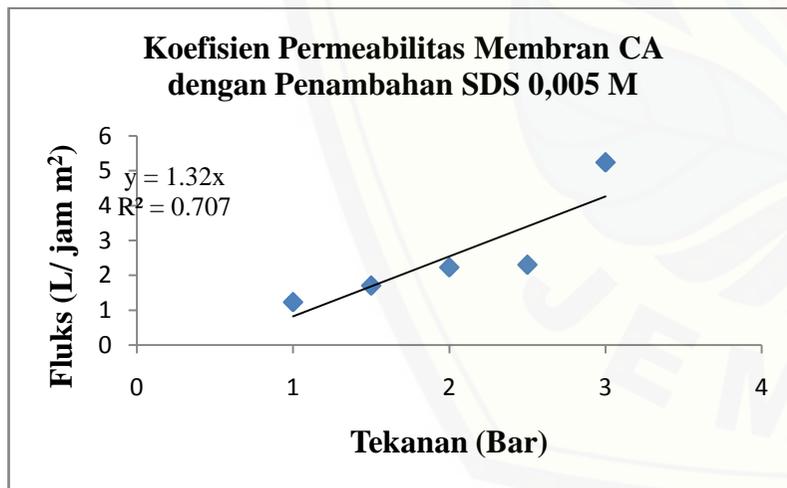
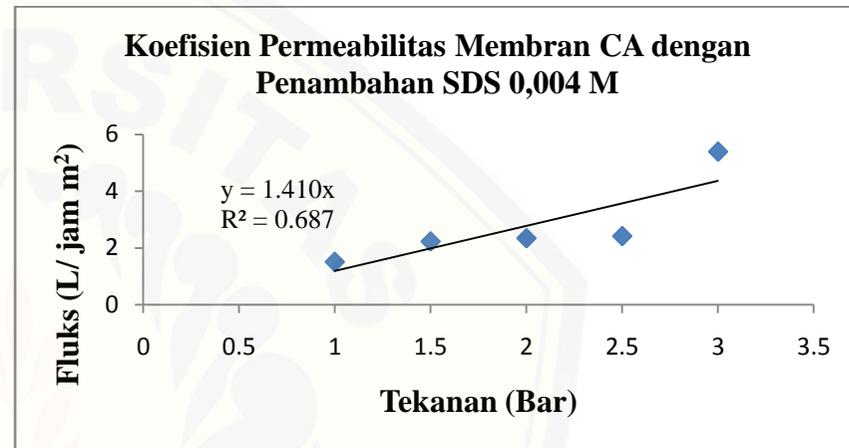
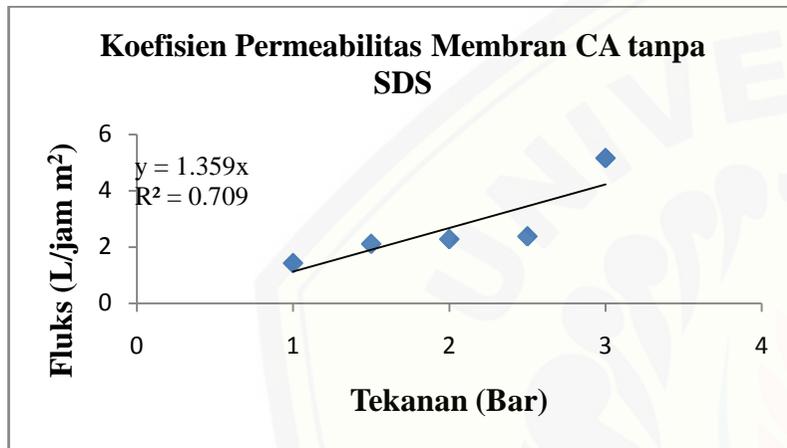
0.6050

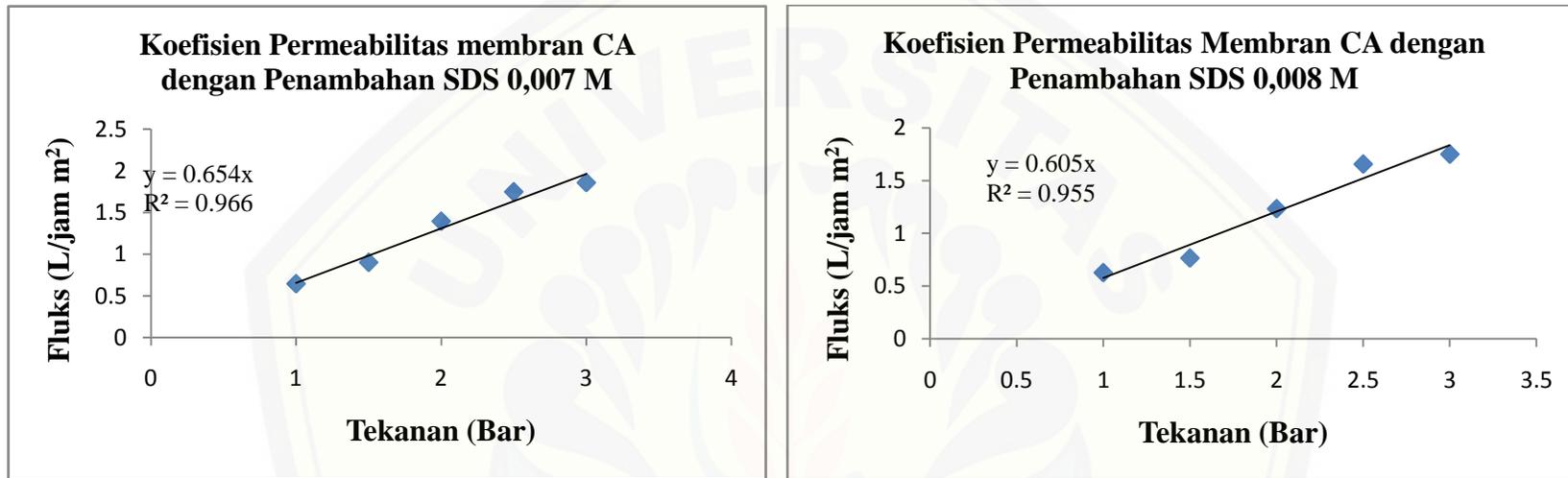
3	1.747
Rata-rata	1.750

---



Grafik penentuan nilai koefisien permeabilitas membran CA





**Lampiran 4.3 Fluks Air Membran Selulosa Asetat**

Variasi SDS (M)	Pengulangan	Volume (mL)	Waktu (Jam)	Fluks (L/m <sup>2</sup> j)	Fluks rata-rata (L/m <sup>2</sup> j)	SD Fluks
0	1	10	1.840	2.289	2.281	0.02746
	2	10	1.871	2.251		
	3	10	1.827	2.304		
0.004	1	10	1.776	2.371	2.340	0.03291
	2	10	1.826	2.305		
	3	10	1.797	2.343		
0.005	1	10	1.968	2.140	2.227	0.08198
	2	10	1.829	2.303		
	3	10	1.880	2.240		
0.006	1	10	2.503	1.682	1.685	0.0024
	2	10	2.496	1.687		
	3	10	2.498	1.686		
0.007	1	10	3.030	1.389	1.394	0.00421
	2	10	3.021	1.394		
	3	10	3.013	1.397		
0.008	1	10	3.363	1.252	1.232	0.04133
	2	10	3.554	1.185		
	3	10	3.342	1.260		

## Lampiran 4.4 Pengukuran Nilai KKM SDS

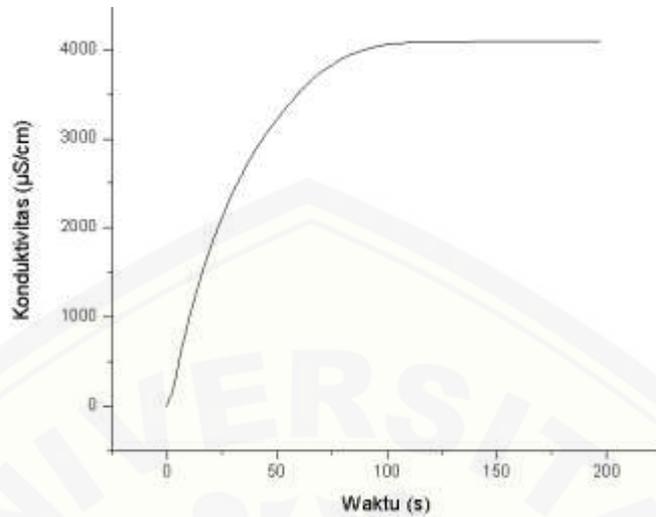
## Pengulangan Ke-1

Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
0	0.439453	41	2903.027	82	3928.564
1	84.00879	42	2946.753	83	3942.334
2	118.2129	43	2979.053	84	3947.9
3	212.1094	44	3018.677	85	3959.253
4	319.3359	45	3051.27	86	3970.679
5	439.0869	46	3088.037	87	3975.952
6	562.9395	47	3126.855	88	3985.767
7	685.4004	48	3155.786	89	3995.947
8	771.167	49	3187.28	90	4001.367
9	881.543	50	3222.949	91	4007.886
10	981.4453	51	3248.877	92	4017.261
11	1073.877	52	3289.307	93	4019.531
12	1157.227	53	3310.474	94	4029.565
13	1253.833	54	3346.582	95	4033.374
14	1330.371	55	3379.98	96	4041.211
15	1414.453	56	3406.201	97	4050.366
16	1499.487	57	3431.982	98	4052.124
17	1575.146	58	3463.989	99	4057.91
18	1648.389	59	3496.729	100	4059.814
19	1714.673	60	3518.042	101	4063.623
20	1794.287	61	3545.874	102	4066.26
21	1869.507	62	3567.847	103	4068.823
22	1925.977	63	3593.335	104	4071.68
23	1991.016	64	3617.651	105	4073.145
24	2056.567	65	3639.771	106	4074.609
25	2114.648	66	3669.214	107	4076.66
26	2174.341	67	3691.626	108	4077.466
27	2236.157	68	3713.306	109	4077.905
28	2295.41	69	3732.202	110	4080.029
29	2348.364	70	3749.341	111	4080.322
30	2398.608	71	3772.485	112	4081.055
31	2462.183	72	3778.784	113	4081.86
32	2499.609	73	3800.61	114	4082.007
33	2549.561	74	3814.087	115	4083.179
34	2590.43	75	3823.682	116	4084.57
35	2656.787	76	3844.629	117	4084.131
36	2693.848	77	3861.841	118	4083.984
37	2741.528	78	3878.906	119	4084.131
38	2780.2	79	3892.383	120	4084.277
39	2825.244	80	3904.834	121	4085.669
40	2867.725	81	3917.578	122	4085.522

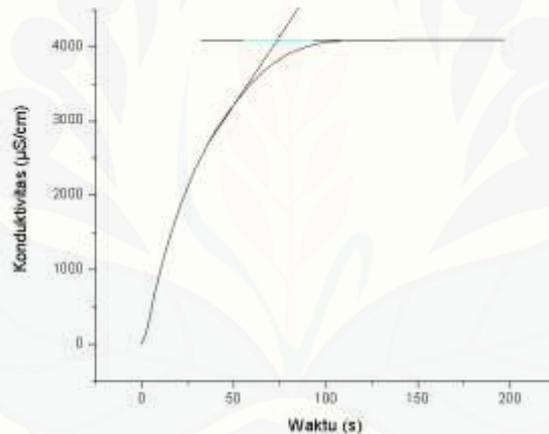
Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
123	4086.035	167	4093.14
124	4086.035	168	4093.433
125	4086.328	169	4092.554
126	4086.035	170	4093.286
127	4086.841	171	4092.554
128	4086.328	172	4093.14
129	4087.28	173	4093.286
130	4087.793	174	4093.359
131	4087.939	175	4093.652
132	4087.939	176	4094.312
133	4088.599	177	4093.652
134	4088.745	178	4094.165
135	4088.379	179	4094.019
136	4089.331	180	4093.359
137	4089.038	181	4093.799
138	4089.331	182	4093.799
139	4089.99	183	4093.945
140	4089.624	184	4094.019
141	4089.697	185	4093.799
142	4089.844	186	4093.799
143	4090.796	187	4094.019
144	4089.99	188	4093.652
145	4090.43	189	4093.799
146	4090.137	190	4094.165
147	4090.137	191	4094.165
148	4090.356	192	4094.019
149	4091.089	193	4094.019
150	4091.309	194	4093.652
151	4091.748	195	4094.165
152	4091.162	196	4094.604
153	4091.895	197	4093.945
154	4091.748		
155	4091.455		
156	4091.309		
157	4092.188		
158	4092.7		
159	4091.602		
160	4091.895		
161	4091.602		
162	4092.188		
163	4092.261		
164	4092.993		
165	4092.993		
166	4092.993		

Perhitungan Nilai KKM pengulangan 1

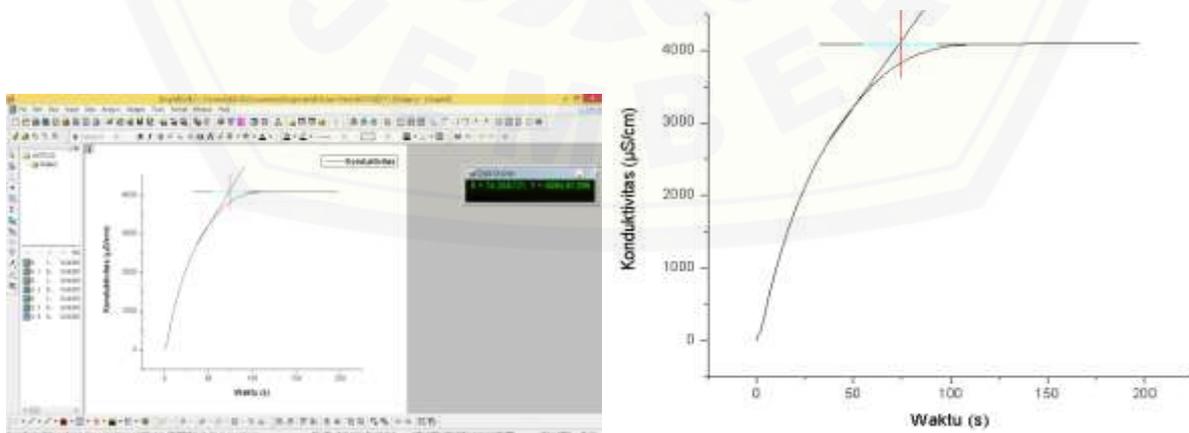
Data konduktivitas dan waktu hasil pengukuran selanjutnya dibuat grafik konduktivitas terhadap waktu.



Penambahan garis perpotongan dilakukan untuk penentuan titik perpotongan



Titik perpotongan ditentukan dengan menggunakan aplikasi origin lab 8.1



sehingga diperoleh nilai x dan y pada titik perpotongan sebesar:

$$X = 74,2557 \quad Y = 4084,813$$

Keterangan:

X: Waktu

Y : Konduktivitas

Penentuan volume larutan SDS pada saat konsentrasi kritis misel (KKM) dilakukan dengan menentukan laju alir terlebih dahulu untuk memperoleh volume larutan SDS yang ditambahkan pada akuades. Pengukuran laju alir dilakukan dengan mengukur banyaknya volume larutan SDS yang diperoleh pada kurun waktu tertentu. Pengulangan pertama diperoleh 3 mL larutan SDS dalam waktu 2 menit.

$$\begin{aligned} v &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{3 \text{ mL}}{120 \text{ s}} \\ &= 0.025 \text{ mL/s} \end{aligned}$$

Sehingga volume larutan SDS yang ditambahkan dalam akuades diperoleh:

$$\begin{aligned} V &= v \times t \\ &= 0.025 \text{ mL/s} \times 74,2557 \text{ s} \\ &= 1,8564 \text{ mL} \end{aligned}$$

Penentuan nilai KKM ditentukan dengan mensubstitusikan nilai Volume larutan SDS yang ditambahkan ke akuades pada saat KKM yang diperoleh dengan persamaan:

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 0.1 \text{ M} \times 1,8564 \text{ mL} &= M_2 \times 21,8564 \text{ mL} \\ M_2 &= \frac{0.1 \text{ M} \times 1,8564 \text{ mL}}{21,8564 \text{ mL}} \\ M_2 &= 0.0085 \text{ M} \end{aligned}$$

Keterangan:

$M_1$  = Konsentrasi larutan SDS mula-mula (M)

$M_2$  = Konsentrasi kritis misel (M)

$V_1$  = Volume larutan SDS yang ditambahkan pada pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)

$V_2$  = Volume akuades dan larutan SDS yang diperoleh pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)

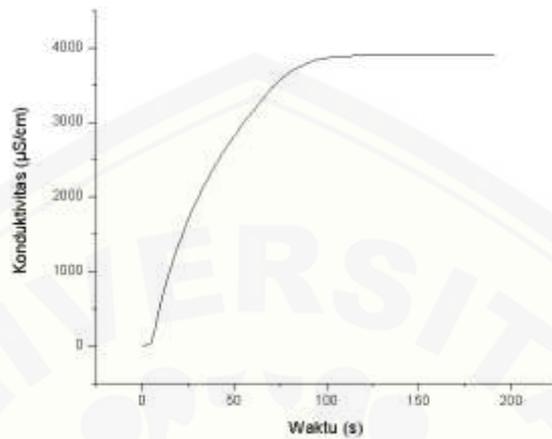
**Pengulangan Ke-2**

Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S/cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S/cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S/cm}$ )
0	3.222656	43	2564.502	86	3754.468
1	3.881836	44	2598.999	87	3761.353
2	5.419922	45	2640.674	88	3778.857
3	17.50488	46	2677.148	89	3788.965
4	18.96973	47	2704.761	90	3796.802
5	45.19043	48	2739.624	91	3809.033
6	130.4443	49	2775.952	92	3816.797
7	213.3545	50	2813.159	93	3829.102
8	336.3281	51	2843.701	94	3836.279
9	442.0166	52	2887.72	95	3841.479
10	556.2012	53	2935.913	96	3848.511
11	659.7656	54	2965.576	97	3853.125
12	741.0645	55	2997.07	98	3859.79
13	835.9131	56	3029.81	99	3862.72
14	932.0068	57	3059.106	100	3865.869
15	1004.81	58	3083.423	101	3868.726
16	1077.1	59	3115.21	102	3874.878
17	1166.309	60	3151.978	103	3880.444
18	1235.669	61	3167.432	104	3883.667
19	1303.638	62	3212.622	105	3886.23
20	1366.919	63	3243.457	106	3888.721
21	1427.344	64	3263.525	107	3889.893
22	1485.791	65	3306.226	108	3890.698
23	1571.411	66	3333.984	109	3891.724
24	1630.371	67	3363.428	110	3890.991
25	1701.343	68	3385.986	111	3891.87
26	1749.829	69	3421.509	112	3892.456
27	1814.282	70	3446.338	113	3893.408
28	1860.132	71	3483.691	114	3894.653
29	1907.666	72	3502.954	115	3895.898
30	1968.896	73	3527.271	116	3897.07
31	2012.476	74	3550.195	117	3898.901
32	2072.607	75	3574.585	118	3898.755
33	2121.167	76	3589.38	119	3898.901
34	2160.498	77	3621.46	120	3898.755
35	2206.934	78	3632.739	121	3898.315
36	2242.749	79	3650.903	122	3897.949
37	2312.842	80	3676.245	123	3897.656
38	2348.95	81	3687.378	124	3898.169
39	2393.701	82	3706.274	125	3899.414
40	2437.207	83	3720.703	126	3900.366
41	2482.251	84	3730.444	127	3900.732
42	2514.99	85	3743.188	128	3901.978

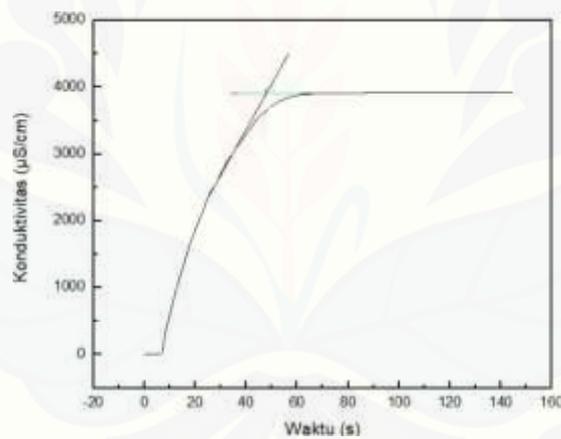
Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Waktu (s)	Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
129	3903.442	173	3907.69
130	3902.93	174	3907.324
131	3903.369	175	3907.324
132	3903.442	176	3906.738
133	3903.076	177	3906.592
134	3902.124	178	3906.885
135	3902.71	179	3907.983
136	3901.831	180	3908.496
137	3901.978	181	3910.034
138	3902.417	182	3910.986
139	3903.589	183	3911.426
140	3903.589	184	3911.646
141	3904.248	185	3912.305
142	3905.493	186	3912.598
143	3905.933	187	3911.133
144	3906.519	188	3910.84
145	3907.031	189	3910.693
146	3906.738	190	3909.888
147	3906.592	191	3909.741
148	3905.933		
149	3905.64		
150	3906.079		
151	3905.347		
152	3904.395		
153	3904.395		
154	3905.127		
155	3904.688		
156	3904.248		
157	3905.127		
158	3906.226		
159	3906.738		
160	3906.738		
161	3908.13		
162	3908.276		
163	3909.448		
164	3909.741		
165	3909.741		
166	3909.741		
167	3908.789		
168	3908.789		
169	3908.35		
170	3908.13		
171	3908.496		
172	3907.837		

Penentuan Nilai KKM pengulangan ke 2

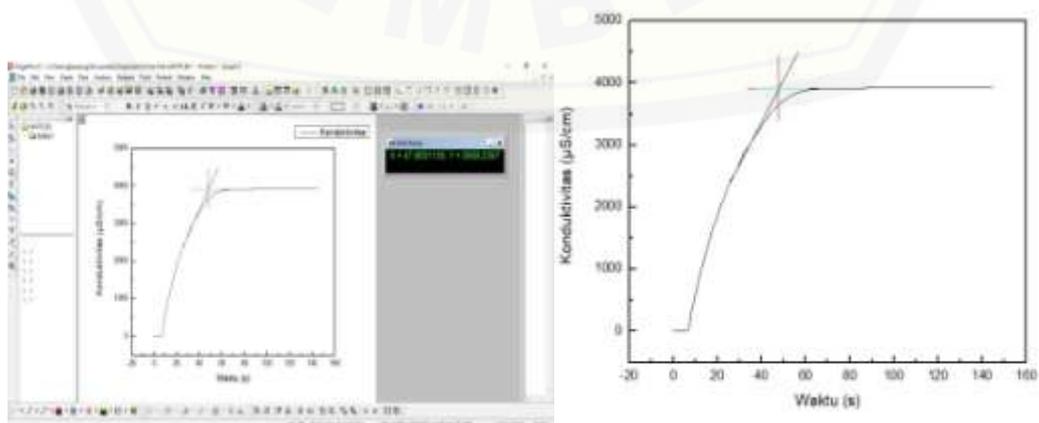
Data konduktivitas dan waktu hasil pengukuran selanjutnya dibuat grafik konduktivitas terhadap waktu.



Penambahan garis perpotongan dilakukan untuk penentuan titik perpotongan



Titik perpotongan ditentukan dengan menggunakan aplikasi origin lab 8.1



sehingga diperoleh nilai x dan y pada titik perpotongan sebesar:

$$\mathbf{X = 47,9001 \quad Y = 3908,24}$$

Keterangan:

X: Waktu

Y : Konduktivitas

Penentuan volume larutan SDS pada saat konsentrasi kritis misel (KKM) dilakukan dengan menentukan laju alir terlebih dahulu untuk memperoleh volume larutan SDS yang ditambahkan pada akuades. Pengukuran laju alir dilakukan dengan mengukur banyaknya volume larutan SDS yang diperoleh pada kurun waktu tertentu.. Pengulangan kedua diperoleh 8 mL larutan SDS dalam waktu 2 menit..

$$\begin{aligned} v &= \frac{V}{t} \\ &= \frac{8 \text{ mL}}{120 \text{ s}} \\ &= 0.067 \text{ mL/s} \end{aligned}$$

Sehingga volume larutan SDS yang ditambahkan dalam akuades diperoleh:

$$\begin{aligned} V &= v \times t \\ &= 0.067 \text{ mL/s} \times 47,9001 \text{ s} \\ &= 3,2093 \text{ mL} \end{aligned}$$

Penentuan nilai KKM ditentukan dengan mensubstitusikan nilai Volume larutan SDS yang ditambahkan ke akuades pada saat KKM yang diperoleh dengan persamaan:

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 0.1 \text{ M} \times 3,2093 \text{ mL} &= M_2 \times 43,2093 \text{ mL} \\ M_2 &= \frac{0.1 \text{ M} \times 3,2093 \text{ mL}}{43,2093 \text{ mL}} \\ M_2 &= 0.0074 \text{ M} \end{aligned}$$

Keterangan:

$M_1$  = Konsentrasi larutan SDS mula-mula (M)

$M_2$  = Konsentrasi kritis misel (M)

$V_1$  = Volume larutan SDS yang ditambahkan pada pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)

$V_2$  = Volume akuades dan larutan SDS yang diperoleh pada daerah konsentrasi kritis misel (mL)

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

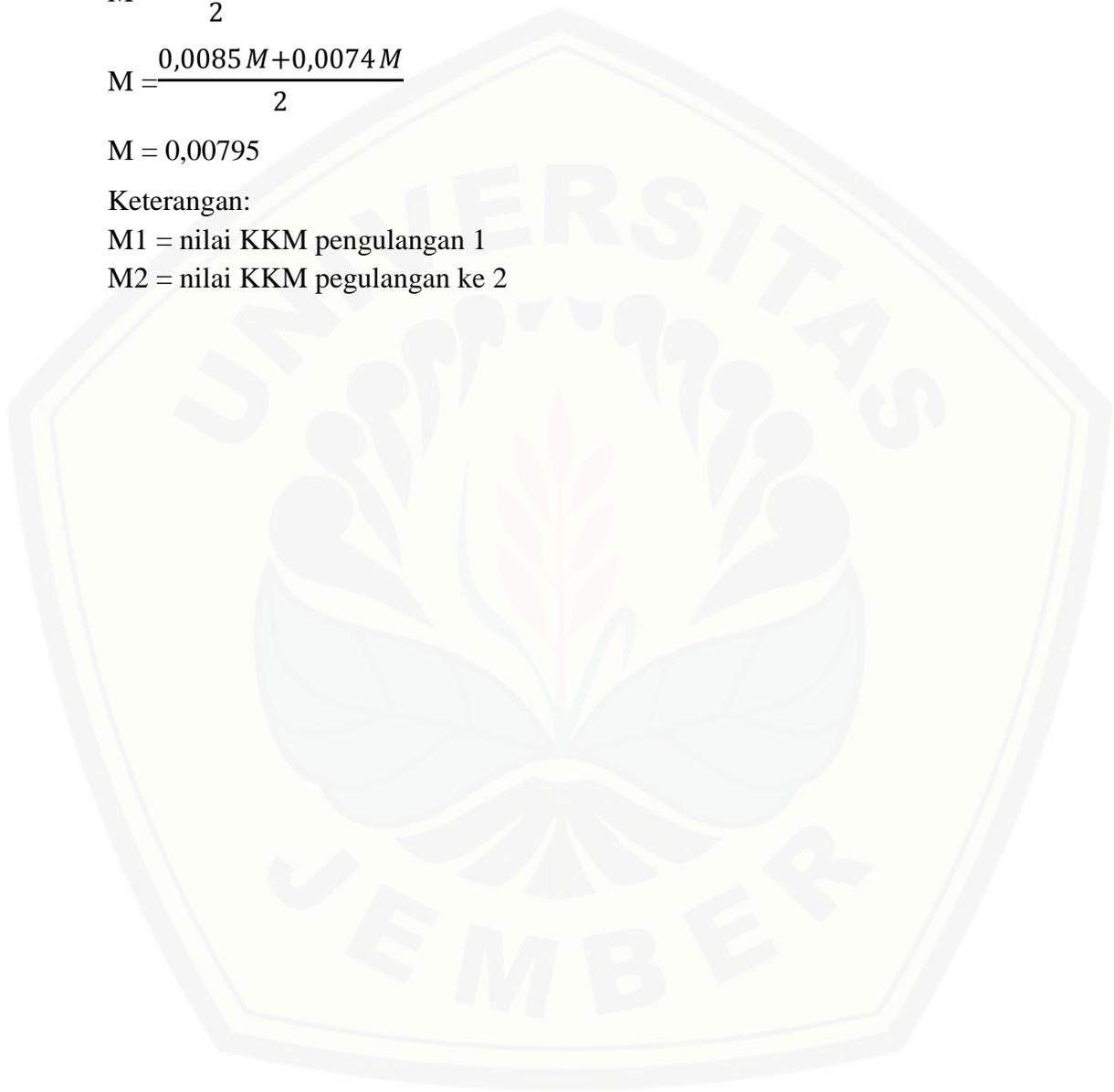
$$M = \frac{0,0085 M + 0,0074 M}{2}$$

$$M = 0,00795$$

Keterangan:

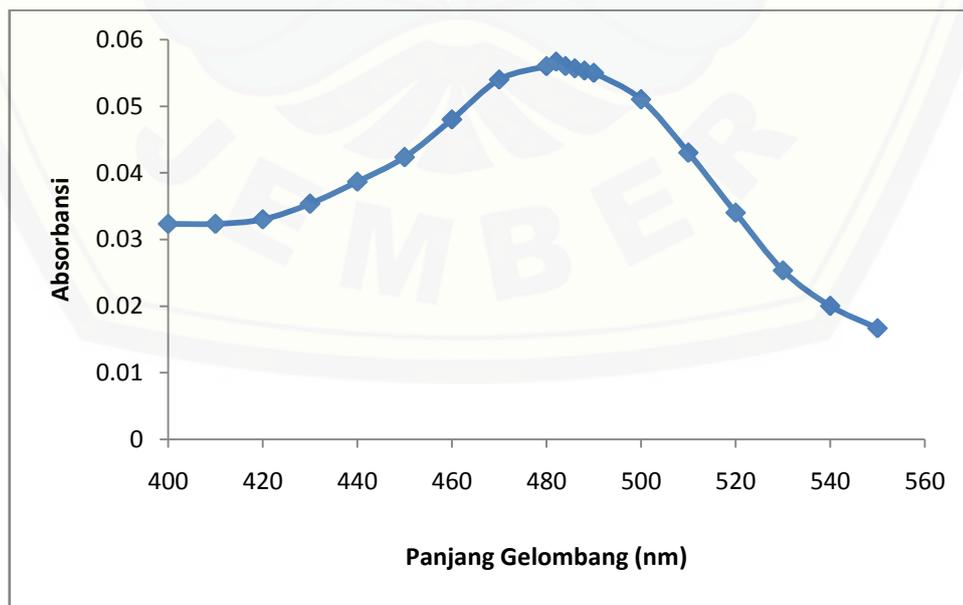
$M_1$  = nilai KKM pengulangan 1

$M_2$  = nilai KKM pengulangan ke 2



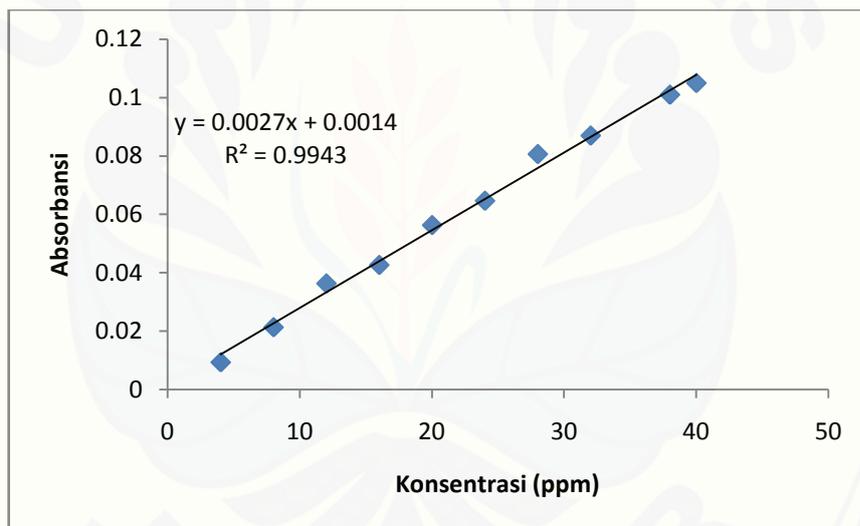
**Lampiran 4.5 Scanning Dekstran 40.000 Da**

Panjang Gelombang	Absorbansi			Absorbansi Rata-rata
	U1	U2	U3	
400	0.033	0.032	0.032	0.032
410	0.033	0.032	0.032	0.032
420	0.033	0.033	0.033	0.033
430	0.035	0.036	0.035	0.035
440	0.039	0.039	0.038	0.039
450	0.042	0.042	0.043	0.042
460	0.048	0.048	0.048	0.048
470	0.054	0.054	0.054	0.054
480	0.056	0.056	0.056	0.056
482	0.057	0.056	0.057	0.057
484	0.056	0.056	0.056	0.056
486	0.056	0.056	0.055	0.056
488	0.055	0.056	0.055	0.055
490	0.055	0.055	0.055	0.055
500	0.051	0.051	0.051	0.051
510	0.043	0.043	0.043	0.043
520	0.034	0.034	0.034	0.034
530	0.025	0.026	0.025	0.025
540	0.02	0.02	0.02	0.02
550	0.017	0.016	0.017	0.017



**Lampiran 4.6 Kurva Standar Dekstran 40.000 Da**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Absorbansi Rata-rata
	U1	U2	U3	
4	0.009	0.009	0.01	0.0093
8	0.019	0.022	0.023	0.0213
12	0.036	0.036	0.037	0.0363
16	0.043	0.042	0.043	0.0427
20	0.056	0.057	0.056	0.0563
24	0.065	0.064	0.065	0.0647
28	0.078	0.082	0.082	0.0807
32	0.087	0.086	0.088	0.087
38	0.099	0.103	0.101	0.101
40	0.105	0.105	0.105	0.105



## Lampiran 4.7 Rejeksi Dekstran 40.000 Da

Variasi SDS (M)	Absorbansi Permeat			Rata- rata	Absorbansi Umpan			Rata- rata	C <sub>p</sub> (ppm)	F <sub>p</sub>	C <sub>p</sub> x F <sub>p</sub>	C <sub>f</sub> (ppm)	C <sub>f</sub> x F <sub>p</sub>	%R	Rata- rata %R	SD %R
	U1	U2	U3		U1	U2	U3									
0	0.039	0.039	0.039	0.039	0.102	0.101	0.101	0.1013	13.93	25	348.15	37.01	925.31	62.37	63.82	1.504
	0.037	0.036	0.035	0.036	0.102	0.101	0.101	0.1013	12.81	25	320.37	37.01	925.31	65.38		
	0.037	0.038	0.038	0.038	0.102	0.101	0.101	0.1013	13.43	25	335.8	37.01	925.31	63.71		
0.004	0.061	0.06	0.06	0.06	0.102	0.101	0.101	0.1013	21.83	25	545.68	37.01	925.31	41.03	41.47	0.51
	0.06	0.06	0.06	0.06	0.102	0.101	0.101	0.1013	21.7	25	542.59	37.01	925.31	41.36		
	0.059	0.059	0.06	0.059	0.102	0.101	0.101	0.1013	21.46	25	536.42	37.01	925.31	42.03		
0.005	0.058	0.058	0.058	0.058	0.102	0.101	0.101	0.1013	20.96	25	524.07	37.01	925.31	43.36	44.7	1.155
	0.055	0.056	0.057	0.056	0.102	0.101	0.101	0.1013	20.22	25	505.56	37.01	925.31	45.36		
	0.056	0.056	0.056	0.056	0.102	0.101	0.101	0.1013	20.22	25	505.56	37.01	925.31	45.36		
0.006	0.041	0.04	0.04	0.04	0.102	0.101	0.101	0.1013	14.42	25	360.49	37.01	925.31	61.04	61.93	1.263
	0.04	0.04	0.04	0.04	0.102	0.101	0.101	0.1013	14.3	25	357.41	37.01	925.31	61.37		
	0.039	0.038	0.037	0.038	0.102	0.101	0.101	0.1013	13.56	25	338.89	37.01	925.31	63.38		
0.007	0.036	0.037	0.036	0.036	0.102	0.101	0.101	0.1013	12.94	25	323.46	37.01	925.31	65.04	65.71	0.667
	0.035	0.035	0.035	0.035	0.102	0.101	0.101	0.1013	12.44	25	311.11	37.01	925.31	66.38		
	0.035	0.036	0.036	0.036	0.102	0.101	0.101	0.1013	12.69	25	317.28	37.01	925.31	65.71		
0.008	0.019	0.019	0.019	0.019	0.102	0.101	0.101	0.1013	6.519	25	162.96	37.01	925.31	82.39	82.28	0.839
	0.02	0.02	0.02	0.02	0.102	0.101	0.101	0.1013	6.889	25	172.22	37.01	925.31	81.39		
	0.018	0.019	0.018	0.018	0.102	0.101	0.101	0.1013	6.272	25	156.79	37.01	925.31	83.06		

## Keterangan

C<sub>p</sub> : Konsentrasi permeatC<sub>f</sub> : Konsentrasi umpanF<sub>p</sub> : Faktor pengenceran

**Contoh perhitungan %Rejeksi Dekstran 40.000 Da:**

Contoh perhitungan % rejeksi dekstran 40 kDa pada membran CA dengan variasi SDS 0,000 M pengulangan 1:

Persamaan linear yang diperoleh dari kurva standar dekstran 40 kDa, yaitu:

$$y = 0,0027x + 0,0014$$

dengan y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi (ppm)

Absorbansi permeat rata-rata = 0,039

$$y = 0,0027x + 0,0014$$

$$0,039 = 0,0027x + 0,0014$$

$$x = 13,93 \text{ ppm}$$

[permeat] sebenarnya = konsentrasi hasil substitusi dalam kurva standar x FP

$$= 13,93 \text{ ppm} \times 25$$

$$= 348,15 \text{ ppm}$$

Absorbansi umpan rata-rata = 0,1013

$$y = 0,0027x + 0,0014$$

$$0,1013 = 0,0027x + 0,0014$$

$$x = 37,01 \text{ ppm}$$

[umpan] sebenarnya = konsentrasi hasil substitusi dalam kurva standar x FP

$$= 37,01 \text{ ppm} \times 25$$

$$= 925,31 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rejeksi \%} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{348,15}{925,31}\right) \times 100\% \\ &= 62,37\% \end{aligned}$$

**Lampiran 4.8 Fluks Larutan Sari Buah Apel (1:10 v/v)**

Variasi SDS (M)	Pengulangan	Volume (mL)	Waktu (jam)	Fluks (L/m <sup>2</sup> j)	Fluks rata-rata (L/m <sup>2</sup> j)	SD
0	1	4	1.994	0.8447	0.8532	0.01198
	2	4	1.955	0.8616		
0.004	1	4	1.493	1.128	1.1674	0.05572
	2	4	1.396	1.2068		
0.005	1	4	1.528	1.102	1.1079	0.0083
	2	4	1.512	1.1137		
0.006	1	4	2.868	0.5872	0.5852	0.00288
	2	4	2.888	0.5832		
0.007	1	4	3.231	0.5212	0.5202	0.00142
	2	4	3.244	0.5192		
0.008	1	4	3.385	0.4976	0.4965	0.0015
	2	4	3.399	0.4955		

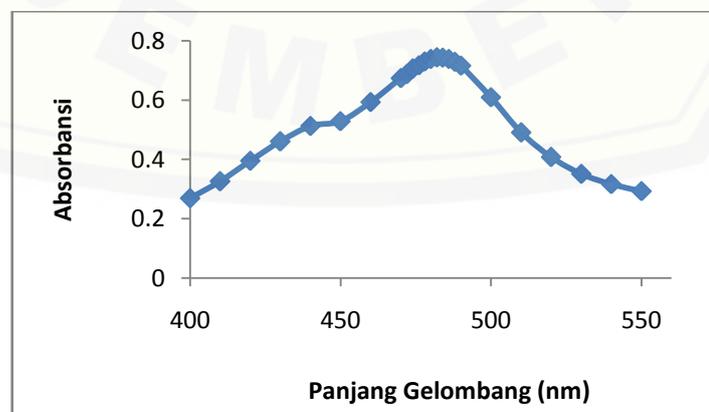
Contoh perhitungan nilai fluks membran pada variasi SDS 0,000 M pengulangan 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Membran (A)} &= \pi \times r^2 \\
 &= 3,14 \times (0,0275 \text{ m})^2 \\
 &= 0,002375 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Fluks (J}_v\text{)} &= \frac{V}{A \times t} \\
 &= \frac{0,004 \text{ L}}{0,002375 \text{ m}^2 \times 1,9939 \text{ jam}} \\
 &= 0,8447 \text{ L/m}^2 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

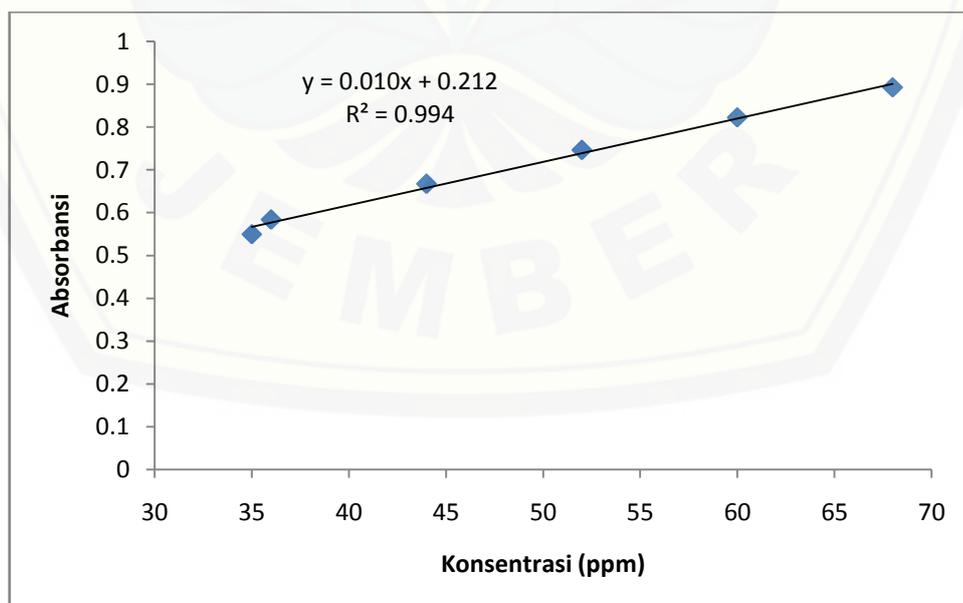
**Lampiran 4.9 Scanning campuran larutan standar pectin dan sukrosa total 52 ppm**

Panjang gelombang (nm)	Absorbansi			Absorbansi rata-rata
	U1	U2	U3	
400	0.269	0.269	0.269	0.269
410	0.326	0.325	0.326	0.326
420	0.395	0.395	0.395	0.395
430	0.46	0.46	0.46	0.46
440	0.513	0.512	0.512	0.512
450	0.528	0.529	0.529	0.529
460	0.593	0.593	0.593	0.593
470	0.674	0.674	0.674	0.674
472	0.686	0.687	0.687	0.687
474	0.705	0.706	0.706	0.706
476	0.716	0.717	0.717	0.717
478	0.729	0.73	0.73	0.73
480	0.738	0.739	0.738	0.738
482	0.743	0.743	0.743	0.743
484	0.743	0.742	0.742	0.742
486	0.738	0.738	0.738	0.738
488	0.728	0.729	0.729	0.729
490	0.716	0.716	0.716	0.716
500	0.609	0.609	0.609	0.609
510	0.491	0.49	0.49	0.49
520	0.408	0.407	0.407	0.407
530	0.351	0.351	0.351	0.351
540	0.317	0.316	0.317	0.317
550	0.292	0.293	0.293	0.293



**Lampiran 4.10 Kurva Standar Karbohidrat Total**

Konsentrasi (ppm)	Pengulangan	Absorbansi	Absorbansi Rata-rata
35	U1	0.547	0.55
	U2	0.562	
	U3	0.54	
36	U1	0.59	0.583
	U2	0.587	
	U3	0.573	
44	U1	0.676	0.667
	U2	0.657	
	U3	0.668	
52	U1	0.743	0.746
	U2	0.751	
	U3	0.744	
60	U1	0.818	0.822
	U2	0.82	
	U3	0.829	
68	U1	0.895	0.892
	U2	0.897	
	U3	0.885	



Lampiran 4.11 Koefisien rejeksi pektin sari buah apel

Variasi SDS (M)	Absorbansi Permeat				Rata-rata	Absorbansi Umpan			Rata-rata	C <sub>p</sub> (ppm)	F <sub>p</sub>	C <sub>p</sub> x F <sub>p</sub>	C <sub>f</sub> (ppm)	F <sub>f</sub>	C <sub>f</sub> x F <sub>f</sub>	%R	Rata-rata %R	SD %R
	U1	U2	U3	U1		U2	U3											
0	0.613	0.613	0.613	0.613	0.561	0.561	0.561	0.561	40.1	250	10025	34.9	500	17450	42.55	41.97	0.8198	
	0.625	0.625	0.625	0.625	0.565	0.564	0.564	0.5643	41.3	250	10325	35.2333	500	17616.7	41.39			
0.004	0.782	0.782	0.782	0.782	0.561	0.561	0.561	0.561	57	250	14250	34.9	500	17450	18.34	17.87	0.6579	
	0.793	0.794	0.795	0.794	0.565	0.564	0.564	0.5643	58.2	250	14550	35.2333	500	17616.7	17.41			
0.005	0.706	0.706	0.706	0.706	0.561	0.561	0.561	0.561	49.4	250	12350	34.9	500	17450	29.23	23.55	8.0225	
	0.79	0.791	0.791	0.7907	0.565	0.564	0.564	0.5643	57.87	250	14466.7	35.2333	500	17616.7	17.88			
0.006	0.621	0.62	0.62	0.6203	0.561	0.561	0.561	0.561	40.83	250	10208.3	34.9	500	17450	41.5	37.85	5.1611	
	0.676	0.675	0.676	0.6757	0.565	0.564	0.564	0.5643	46.37	250	11591.7	35.2333	500	17616.7	34.2			
0.007	0.616	0.616	0.616	0.616	0.561	0.561	0.561	0.561	40.4	250	10100	34.9	500	17450	42.12	42.54	0.5879	
	0.614	0.614	0.614	0.614	0.565	0.564	0.564	0.5643	40.2	250	10050	35.2333	500	17616.7	42.95			
0.008	0.551	0.551	0.552	0.5513	0.561	0.561	0.561	0.561	33.93	250	8483.33	34.9	500	17450	51.38	51.43	0.0576	
	0.554	0.554	0.554	0.554	0.565	0.564	0.564	0.5643	34.2	250	8550	35.2333	500	17616.7	51.47			

## Keterangan

C<sub>p</sub> : Konsentrasi permeatC<sub>f</sub> : Konsentrasi umpanF<sub>p</sub> : Faktor pengenceran permeatF<sub>f</sub> : Faktor pengenceran umpan

**Contoh perhitungan %Rejeksi Pektin:**

Contoh perhitungan % rejeksi dekstran 40 kDa pada membran CA dengan variasi SDS 0,000 M pengulangan 1:

Persamaan linear yang diperoleh dari kurva standar dekstran 40 kDa, yaitu:

$$y = 0,010x + 0,212$$

dengan y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi (ppm)

Absorbansi permeat rata-rata = 0,613

$$y = 0,010x + 0,212$$

$$0,613 = 0,010x + 0,212$$

$$x = 40,1 \text{ ppm}$$

[permeat] sebenarnya = konsentrasi hasil substitusi dalam kurva standar x FP

$$= 40,1 \text{ ppm} \times 250$$

$$= 10025 \text{ ppm}$$

Absorbansi umpan rata-rata = 0,561

$$y = 0,010x + 0,212$$

$$0,561 = 0,010x + 0,212$$

$$X = 34,9 \text{ ppm}$$

[umpan] sebenarnya = konsentrasi hasil substitusi dalam kurva standar x FP

$$= 34,9 \text{ ppm} \times 500$$

$$= 17450 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rejeksi \%} &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{10025}{17450}\right) \times 100\% \\ &= 42,55\% \end{aligned}$$