

**PEMURNIAN MINYAK JELANTAH DENGAN METODE FILTRASI
MENGUNAKAN MEMBRAN KOMPOSIT SILIKA HIDROFOBİK**

**SKRIPSI
TEKNIK KIMIA**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**ANDRIAN ADIANTO
NIM. 145061100111011**

**INTAN DYAH KARTIKO WULAN
NIM. 135061101111008**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMURNIAN MINYAK JELANTAH DENGAN METODE FILTRASI
MENGUNAKAN MEMBRAN KOMPOSIT SILIKA HIDROFOBİK

SKRIPSI
TEKNIK KIMIA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ANDRIAN ADIANTO
NIM. 145061100111011

INTAN DYAH KARTIKO WULAN
NIM. 135061101111008

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 14 Juni 2019

Dosen Pembimbing I

Ir. Bambang Poerwadi, MS.
NIP. 19600126 198603 1 001

Dosen Pembimbing II

Rama Oktavian, ST., M.Sc.
NIP. 19861021 201404 1 001



Mengetahui
Ketua Jurusan

Ir. Bambang Poerwadi, MS.
NIP. 19600126 198603 1 001



IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI :
**PEMURNIAN MINYAK JELANTAH DENGAN METODE FILTRASI
MENGUNAKAN MEMBRAN KOMPOSIT SILIKA HIDROFOBIK**

Nama Mahasiswa/NIM : 1. Andrian Adianto / 145061100111011
2. Intan Dyah Kartiko / 135061101111008
Jurusan S1 : Teknik Kimia

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Poerwadi, MS.
Dosen Penguji 2 : Aji Hendra Sarosa, ST., MT.
Dosen Penguji 3 : Nurul Faiqotul Himma, ST., MT.

Tanggal Ujian : 22 Mei 2019
SK Penguji : 1044/UN10.F07/SK/2019

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 145/EN10.107.18/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

ANDRIAN ADIANTO

Dengan Judul Skripsi :

Pemanfaatan Miryak Jelutuh dengan Metode Filtrasi menggunakan Membran Komposit Silika Hidrofilik (Perifiration of used Looking Oil with Filtration Methode using Hydrophobic Composite Silicate Membrane)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 JUN 2019

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Perwadi, MS
NIDN.14210900126 198603 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Mei 2019

Mahasiswa,



Andrian Adianto

NIM. 145061100111011

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 146/UN10.F07.18/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

INTAN DYAH KARTIKO WULAN

Dengan Judul Skripsi :

Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Filtrasi menggunakan Membran Komposit Sulfida Hidrofofik (*Purification of used Cooking Oil with Filtration Metode using Hydrophobic Composite Sulfate Membrane*)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 JUN 2019

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS

NIP. 19800126 198603 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 10 Mei 2019

Mahasiswa,



Intan Dyah Kartiko Wulan

NIM. 135061100111008



*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

RINGKASAN

Andrian Adiando dan Intan Dyah Kartiko Wulan, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, April 2019, *Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Membran Komposit Silika Hidrofobik*, Dosen Pembimbing ; Bambang Poerwadi dan Rama Oktavian.

Minyak goreng yang telah digunakan berulang kali disebut sebagai minyak jelantah. Minyak jelantah dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan biodiesel. Namun untuk mendapatkan bahan baku biodiesel yang baik minyak jelantah perlu dilakukan *pre-treatment* sebelum dilakukan proses pembuatan biodiesel. *Pre-treatment* yang bisa dilakukan pada minyak jelantah yaitu pengurangan pengotor, kadar FFA (*Free Fatty Acid*) dan kadar air dengan melakukan pemurnian menggunakan metode filtrasi. Pemurnian minyak jelantah dalam penelitian ini dilakukan dengan metode filtrasi menggunakan membran komposit silika hidrofobik dengan rasio H₂O:Natrium Silika yaitu 18:1 dengan konsentrasi katalis NH₄OH 0.4 M. Variabel yang ditinjau yaitu laju alir. Pemurnian minyak jelantah dilakukan berdasarkan sifat membran yang hidrofobik akan menghalangi air dan sifat yang oleofilik akan berinteraksi dengan minyak sehingga minyak dapat melewati membran. Membran komposit silika hidrofobik yang didapatkan untuk melakukan pemurnian minyak jelantah memiliki sudut kontak tertinggi sebesar 156°. Minyak jelantah yang digunakan memiliki kadar FFA 0.664 dan kadar air 0.251%. Pemurnian minyak jelantah dilakukan pada laju alir 6 *ml/menit*, 7 *ml/menit*, 8 *ml/menit*, 9 *ml/menit*, dan 10 *ml/menit*. Didapatkan hasil pada laju alir 10 *ml/menit* dapat menurunkan kadar air 0.095%, namun pada semua laju alir yang dilakukan, kadar FFA tidak mengalami penurunan. Pada proses pemurnian minyak jelantah menunjukkan pada laju alir 6 *ml/menit* memiliki nilai fluks tertinggi yaitu $2.068 \frac{L}{m^2} \cdot jam$ dan pada laju 10 *ml/menit* menunjukkan nilai selektivitas membran komposit silika hidrofobik tertinggi pada menit ke 120 berdasarkan nilai persen rejeksiya (R) yaitu 80,129%. Hal ini menunjukkan membran komposit pada pemurnian minyak jelantah dapat menurunkan kadar air secara maksimal pada laju alir 10 *ml/menit* namun belum dapat menurunkan kadar FFA.

Kata kunci : Minyak jelantah, filtrasi, membran, hidrofobik.



Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Andrian Adiando and Intan Dyah Kartiko Wulan, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering, Brawijaya University, April 2019, Purification of Used Cooking Oil by Filtration Method Using Hydrophobic Silica Composite Membrane, Lecturer : Bambang Poerwadi.

Cooking oil that has been used repeatedly is called used cooking oil. Used cooking oil can be used as raw material for making biodiesel. But to get good biodiesel fuel used cooking oil needs to be pre-treated before the biodiesel manufacturing process is carried out. Pre-treatment that can be done on used cooking oil is impurity reduction, FFA (Free Fatty Acid) level and water content by purification using the filtration method. Purification of used cooking oil in this study was carried out by filtration method using a membrane of composite silica hydrophobic with H₂O : Sodium Silica ratio is 18:1 and catalyst concentrations of NH₄OH 0.4 M. The variables reviewed were flow rate. Purification of used cooking oil is based on the nature of the hydrophobic membrane which will block the water and the oleophilic properties will interact with oil so that the oil can pass through the membrane. The hydrophobic silica composite membrane obtained to purify used cooking oil has the highest contact angle of 156°. Used cooking oil has FFA 0.664 and water content of 0.251%. Purification of used cooking oil is carried out at a flow rate of 6 ml/menit, 7 ml/menit, 8 ml/menit, 9 ml/menit, and 10 ml/menit and results at a flow rate of 10 ml/menit can reduce water content by 0.095%, but at all flow rates, FFA levels did not decrease. The purification process of cooking oil shows that the flow rate of 6 ml/menit has the highest flux value of $2,068 \frac{L}{m^2.Jam}$ and at the rate of 10 ml/menit shows the highest selectivity of hydrophobic silica composite membrane at 120 minutes based on percent value the rejection (R) is 80.129%. This shows that the composite membrane on purifying used cooking oil can reduce water content maximally at a flow rate of 10 ml/menit but has not been able to reduce FFA levels.

Keywords : Used cooking oil, filtration, membran, hidrofobik.



Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warohmatullahi wabarokatuh.

Pertama, kami memanjatkan syukur atas hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, karunia, dan limpahan rahmat-Nya, serta kekuatan lahir dan batin yang diberikan kepada kami, sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat kami selesaikan. Skripsi dengan judul “Pemurnian Minyak Jelantah dengan Metode Filtrasi Menggunakan Membran Komposit Silika Hidrofobik” ini disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik, bagi mahasiswa S1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Bambang Poerwadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT-UB dan dosen pembimbing utama skripsi yang telah membantu dan mendukung proses pelaksanaan dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Rama Oktavian, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing kedua skripsi yang telah membantu dan mendukung proses pelaksanaan dan penyusunan skripsi.
3. Bapak Supriyono, ST., MT dan Ibu Dr. Eng. Christina W. K., S.T., M.T. selaku dosen bidang rekayasa energi dan perminyakan yang telah membantu dan mendukung proses pelaksanaan dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Evi Sulviani Nengseh, A.Md selaku kepala laboran Operasi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, FT-UB yang telah membantu dan mendukung proses pelaksanaan penelitian skripsi.
5. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, laboran, serta staff Jurusan Teknik Kimia FT-UB yang telah mendukung proses pelaksanaan skripsi.
6. Orangtua penulis dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan moril, materil, dan spiritual sehingga naskah skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan adanya skripsi ini, penulis berharap dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Saran dan kritik sangat diharapkan oleh penulis demi kebaikan penelitian ini. Demikian, penulis menyampaikan terima kasih.

Malang, 10 Mei 2019

Penulis



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Minyak Jelantah	5
2.3 Silika Alkoksida	10
2.4 Water Glass.....	10
2.5 Proses Sol - gel.....	11
2.6 Modifikasi Permukaan Gel.....	13
2.7 Proses Pendispersian	14
2.8 Proses Pengeringan.....	15
2.9.1 Filtrasi Dead end.....	15
2.9.2 Filtrasi Cross Flow.....	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Variabel Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.3.1 Alat Penelitian	17
3.3.2 Bahan Penelitian	17
3.3.3 Instrumen.....	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1 Uji Awal Kualitas Minyak Jelantah	18
3.4.2 Pembuatan Membran Silika Hidrofobik	21



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Karakteristik Umpan Minyak Jelantah	31
4.2 Pengaruh Laju Alir terhadap Karakteristik Membran Komposit Silika Hidrofobik pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah.....	32
4.2.1 Pengaruh Laju Alir Pada Fluks Membran.....	32
4.2.2 Selektivitas Membran Terhadap Air pada Berbagai Laju Alir Pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah.....	33
4.2.3 Warna Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.....	34
4.2.4 Kadar FFA Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.	35
4.2.5 Kadar Air Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A	47
LAMPIRAN B	53
DOKUMENTASI KEGIATAN	53
B.1 Uji Karakteristik Minyak.....	53
B.2 Pembuatan Membran Komposit Silika Hidrofobik	54
B.3 Pemurnian Minyak Jelantah.....	55

DAFTAR TABEL

No	Judul	Hal
Tabel 2.1	SNI 7709:2012 mengenai baku mutu minyak goreng sawit.....	5
Tabel 2.2	Efek dari pH pada waktu gelasi dan sifat aerogel.	13
Tabel 4.1	Data karakteristik minyak jelantah.....	31
Tabel A.2.1	Nilai sudut kontak membran yang digunakan untuk pemurnian laju alir.....	49
Tabel A.2.2	Data Volume Permeat Proses Pemurnian Minyak Jelantah	49
Tabel A.2.3	Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 6 mL/menit	50
Tabel A.2.4	Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 7 mL/menit	50
Tabel A.2.5	Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 8 mL/menit	51
Tabel A.2.6	Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 9 mL/menit	51
Tabel A.2.7	Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 10 mL/menit	51
Tabel A.2.8	Data kadar air permeat proses pemurnian minyak jelantah.....	52
Tabel A.2.9	Data selektivitas terhadap air pada proses pemurnian minyak jelantah	52
Tabel A.2.10	Data FFA pada proses pemurnian minyak jelantah.....	40



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Hal
Gambar 2.1	Reaksi hidrolisis minyak goreng (sumber: Alenezi dkk, 2010).	6
Gambar 2.2	Struktur TEOS.	10
Gambar 2.3	Proses sol gel.	11
Gambar 2.4	Asidifikasi molekul sodium silikat untuk memproduksi asam silikat dan reaksi dengan molekul asam silikat lain atau sodium silikat.	12
Gambar 2.5	Mekanisme proses hidrofobisasi menggunakan TEOS.	14
Gambar 2.6	Skema filtrasi dead end.	15
Gambar 2.7	Skema filtrasi cross flow	16
Gambar 3.1	Diagram alir pengujian kadar air	19
Gambar 3.2	Diagram alir pengujian kadar asam lemak bebas	21
Gambar 3.3	Diagram alir pembuatan larutan alkali	22
Gambar 3.4	Diagram alir persiapan kain katun sebagai media	22
Gambar 3.5	Diagram alir preparasi larutan gel silika hidrofillik	23
Gambar 3.6	Rangkaian alat proses modifikasi sol SiO ₂ hidrofobik	24
Gambar 3.7	Diagram alir preparasi gel silika hidrofobik	25
Gambar 3.8	Diagram alir pelapisan kain katun dengan silika hidrofobik	26
Gambar 3.9	Rangkaian modul membran	27
Gambar 3.10	Rangkaian alat proses pemurnian minyak jelantah	28
Gambar 3.11	Diagram alir proses filtrasi minyak jelantah	29
Gambar 4.1	Umpan minyak jelantah.	31
Gambar 4.2	Grafik hubungan fluks dan laju alir pada proses filtrasi.	32
Gambar 4.3	Grafik hubungan persen rejeksi dengan waktu.	33
Gambar 4.4	Minyak hasil penyaringan.	34
Gambar 4.5	Grafik hubungan perubahan kadar FFA sepanjang waktu filtrasi.	35
Gambar 4.6	Grafik kadar air minyak hasil pemurnian terhadap waktu filtrasi.	37
Gambar B.1.1	Standarisasi NaOH.	53
Gambar B.1.2	Hasil Uji Kadar FFA	49
Gambar B.1.3	Pendinginan kruisibel didalam desikator.	53
Gambar B.2.1	Pembuatan larutan alkali	54
Gambar B.2.1	Proses siliasi	50
Gambar B.2.3	Proses perendaman kain dengan larutan silika hidrofobik.	54



Gambar B.3.1 Rangkaian alat pemurnian 43
Gambar B.3.2 Hasil pemurnian minyak jelantah 43
Gambar B.3.3 Kondisi membran setelah digunakan untuk pemurnian minyak jelantah...43



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan-bahan makanan. Minyak goreng yang telah digunakan berulang kali disebut sebagai minyak jelantah. Karena minyak jelantah memiliki kandungan senyawa kimia yang berubah akibat reaksi degradasi setelah proses pemanasan yaitu asam lemak bebas (FFA), monogliserida, digliserida, dan gliserol, minyak jelantah tidak dapat digunakan lagi untuk mengolah bahan makanan karena senyawa kimia tersebut memiliki dampak yang ditimbulkan seperti hipertensi, obesitas, jantung koroner, dan gangguan pencernaan (Alfiani, 2014). Oleh karena itu, limbah minyak jelantah sering dibuang ke sungai sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Untuk meminimalisir pencemaran lingkungan tersebut, dapat dilakukan dengan mengolah minyak jelantah menjadi bahan baku biodiesel sebagai bahan bakar campuran. Namun untuk mendapatkan bahan bakar biodiesel yang baik minyak jelantah perlu dilakukan *pre-treatment* sebelum dilakukan proses pembuatan biodiesel. *Pre-treatment* yang bisa dilakukan pada minyak jelantah yaitu pengurangan pengotor, kadar FFA (*Free Fatty Acid*) dan kadar air.

Wulyoadi dan Kaseno (2004) melakukan proses pemurnian minyak jelantah menggunakan membran keramik. Pemurnian tersebut menghasilkan nilai bilangan asam, bilangan peroksida, dan kejernihan mengalami penurunan namun belum memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) minyak goreng dan nilai kadar air mengalami peningkatan. Menurut Wulyoadi dan Kaseno (2004), nilai bilangan asam belum memenuhi persyaratan dikarenakan asam lemak bebas memiliki ukuran pori lebih kecil dibandingkan ukuran pori membran sehingga dapat lolos. Pada nilai kadar air belum memenuhi persyaratan dikarenakan pada proses pemurnian digunakan air untuk mencuci membran yang mengakibatkan masih terdapat air yang tertinggal pada membran dan pompa sehingga mengakibatkan kadar air minyak setelah pemurnian mengalami peningkatan.

Natanael dan Yunita (2018), telah melakukan pemurnian minyak jelantah dapat dilakukan dengan metode adsorpsi. Pemurnian tersebut dilakukan dengan memvariasikan laju alir umpan yaitu 3 ml/menit, 4 ml/menit, 5 ml/menit, 6 ml/menit, dan 7 ml/menit. Dari pemurnian tersebut didapatkan hasil nilai kadar FFA memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan mengalami penurunan kadar FFA paling tinggi pada proses dengan laju alir 3 ml/menit dengan nilai 0,21% . Hal ini terjadi karena semakin tinggi laju alir, maka semakin cepat pula waktu interaksi yang dilakukan antara adsorbat dan adsorben selama proses adsorpsi.

Proses filtrasi menggunakan membran dapat dilakukan dengan konfigurasi *dead end*. Konfigurasi *dead end* merupakan desain yang paling sederhana. Filtrasi dengan operasi *dead end* dapat dilakukan secara kontinyu, yang umumnya modul disusun secara seri untuk mendapatkan pemisahan yang dibutuhkan dalam sekali lewat (*single pass*). Pada sistem ini, volume larutan yang besar disirkulasikan secara kontinyu melalui modul membran (Wenten, 2014).

Imansari dan Nadia (2018) membuat membran komposit silika hidrofobik dengan memvariasikan rasio H₂O : Natrium Silikat yaitu 18:1 dan konsentrasi katalis NH₄OH yaitu 0.4 molar. Membran yang didapatkan memiliki nilai sudut kontak tertinggi yaitu 157,259° dan digunakan pada pemisahan CPO-Air dengan memvariasikan jumlah minyak dalam campuran CPO-Air. Dari pemisahan CPO-Air didapatkan selektivitas membran komposit silika hidrofobik berdasarkan nilai koefisien rejeksinya (R) yaitu sekitar 0,996 – 0,999. Hal ini menunjukkan bahwa membran dapat digunakan untuk memisahkan CPO dengan air.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemurnian minyak jelantah dengan metode filtrasi menggunakan membran komposit silika hidrofobik dengan rasio H₂O:Natrium Silikat yaitu 18:1 dan konsentrasi katalis NH₄OH 0,4 M berdasarkan penelitian oleh Imansari dan Nadia (2018) dengan konfigurasi *dead end* secara kontinyu dengan memvariasikan laju alir umpan untuk mengetahui laju alir umpan yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh laju alir umpan terhadap kualitas hasil pemurnian pada minyak jelatah menggunakan membran komposit ?
2. Bagaimana pengaruh laju alir umpan terhadap peforma membran komposit yang digunakan dalam proses pemurnian minyak jelantah ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu, pemurnian minyak jelantah dilakukan dengan metode filtrasi menggunakan aliran *dead end*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh laju alir umpan terhadap kualitas hasil pemurnian minyak jelantah dengan membran komposit.
2. Untuk mengetahui pengaruh laju alir umpan pada proses pemurnian minyak jelantah terhadap peforma membran komposit.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang pengaruh laju alir terhadap mutu hasil pemurnian minyak jelantah menggunakan membran komposit dan peforma membran komposit.

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang mengalami reaksi degradasi karena panas, udara, dan kelembapan yang menyebabkan polimerisasi, oksidasi, dan hidrolisis. Fungsi dari minyak pada proses penggorengan adalah sebagai medium transfer panas. Panas yang diberikan pada minyak dapat menyebabkan proses hidrolisis dan mempercepat terbentuknya *free fatty acid* (FFA). Proses hidrolisis pada proses penggorengan disebabkan oleh adanya molekul air yang kontak dengan trigliserida yang menghasilkan *free fatty acid*, monogliserida, digliserida, dan gliserol. Adanya ion logam seperti tembaga dan besi dapat menyebabkan proses oksidasi. Adanya derak pada proses penggorengan dapat menyebabkan peningkatan laju sintesis FFA. Selain itu, ketika minyak jelantah didiamkan saat penggorengan pada suhu tinggi dengan waktu yang cukup lama dapat menyebabkan minyak menjadi gelap (Subramanian dkk, 2000).

Minyak yang digunakan sebagai konsumsi harus sesuai dengan standard yang beredar di Indonesia yaitu SNI 7709:2012 yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Kualitas minyak yang buruk dapat menyebabkan kerugian. Jika dikonsumsi dapat menyebabkan peningkatan *Low Density Lipoprotein* (LDL) dalam darah yang menyebabkan penyakit jantung koroner, kardiovaskuler, hipertensi, dan kanker (Lempang dkk, 2016).

Tabel 2.1 SNI 7709:2012 mengenai baku mutu minyak goreng sawit.

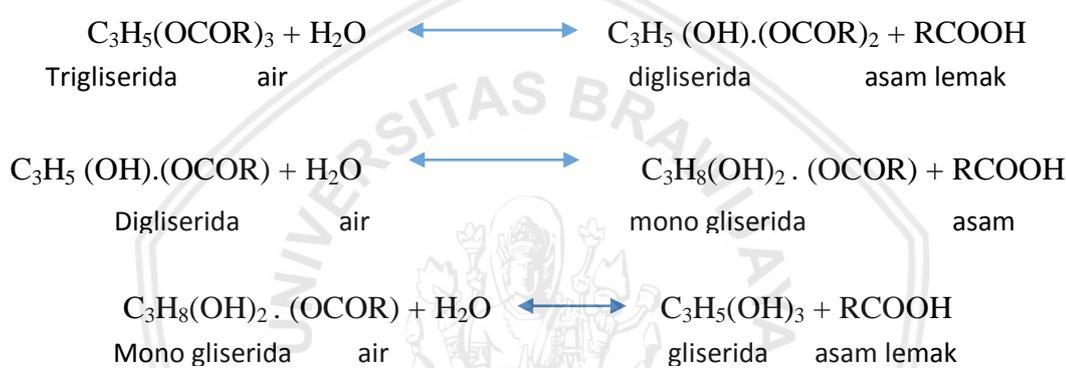
Kriteria Uji	Satuan	Mutu
Warna	-	Merah/Kuning
Kadar air	%	Maks 0.1
Asam lemak bebas (sebagai asam palmitat)	%	Maks 0.3

Sumber: Badan standarisasi Nasional (2012).

Pada tabel diatas kandungan air adalah salah satu kriteria yang harus dipenuhi. Hal ini dikarenakan kandungan air yang terlalu banyak berdampak negatif pada kualitas minyak. Dimana, kandungan air yang terlalu banyak dapat menghidrolisis minyak yang menghasilkan asam lemak bebas yang menimbulkan bau tengik pada minyak (Lempang dkk, 2016).

Kadar asam lemak bebas adalah nilai yang menunjukkan tingkat ketengikan pada minyak. Semakin besar kandungan asam lemak bebas dalam minyak maka semakin jelek kualitasnya (Tyas dan Siti, 2011).

Perubahan warna pada minyak goreng terjadi karena pada proses penggorengan, minyak terekspos dengan suhu tinggi, kelembapan dari bahan makanan, dan oksigen dari atmosfer. Kelembapan dari atmosfer akan menyebabkan proses reaksi hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas, monogliserida, digliserida, dan gliserida. Oksigen dapat menyebabkan proses oksidasi pada monomer, dimer, dan polimer dari minyak. Selain itu senyawa karbonil juga terbentuk (Meesuk dan Seammai, 2009). Reaksi hidrolisis dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Reaksi hidrolisis minyak goreng (sumber: Alenezi dkk, 2010).

Oksidasi molekul trigliserida pada minyak goreng terbagi menjadi oksidasi primer dan oksidasi sekunder. Pada oksidasi primer trigliserida dioksidasi menjadi lipid yang tidak stabil yaitu hidro peroksida yang nantinya akan teroksidasi lagi pada oksidasi sekunder yang menghasilkan produk volatil dan non-volatil. Beberapa hasil dari oksidasi sekunder terpolimerisasi menyebabkan kenaikan viskositas dan perubahan warna menjadi gelap (Goswami, 2015).

2.2. Membran

Membran didefinisikan sebagai suatu media berpori, berbentuk film tipis, bersifat semipermeabel yang berfungsi untuk memisahkan partikel dengan ukuran molekuler (spesi) dalam suatu sistem larutan. Spesi yang memiliki ukuran yang lebih besar dari pori membran akan tertahan sedangkan spesi dengan ukuran yang lebih kecil dari pori membran akan lolos menembus pori membran (Kesting, 2000).

Proses pemisahan dengan membran dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran pori, bentuk, serta struktur kimianya. Membran demikian biasa disebut sebagai membran semipermeabel, artinya dapat menahan spesi tertentu, tetapi dapat melewatkan spesi yang

lainnya. Fasa campuran yang akan dipisahkan disebut umpan (*feed*), hasil pemisahan disebut sebagai *permeat* (Heru pratomo, 2003). Polimer dan keramik merupakan salah satu contoh bahan yang dapat digunakan sebagai membran. Menurut Scott dan Hughes (1996), pemisahan memanfaatkan membran memiliki keuntungan antara lain yaitu :

1. Proses yang sederhana dan mudah
2. Mudah di scale up
3. Sistem tidak destruktif, produk pada effluent dapat digunakan.
4. Efisien energi

Kinerja atau efisiensi proses membran ditentukan oleh dua parameter, yaitu selektivitas dan fluks atau laju permeasi ($l/m^2 \cdot jam$ atau Kg/m^2 atau mol/m^2) atau koefisien permeabilitas ($l/m^2 \cdot jam$). Fluks adalah jumlah permeat yang dihasilkan pada operasi membran persatuan luas permukaan membran dan persatuan waktu.

Fluks merupakan salah satu parameter kinerja membran yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu (i) parameter operasional seperti konsentrasi umpan, suhu, laju alir, dan tekanan, (ii) sifat-sifat fisik larutan umpan, dan (iii) faktor desain. Kenaikan konsentrasi umpan menyebabkan fluks akan turun. Perubahan konsentrasi umpan akan mengubah harga viskositas, densitas, dan difusifitas aliran umpan. Demikian juga, peningkatan suhu dapat menaikkan fluks baik pada daerah yang dikendalikan oleh tekanan atau yang dikendalikan oleh perpindahan massa. Fluks dapat juga dinyatakan sebagai koefisien permeabilitas.

Selektivitas suatu membran merupakan ukuran kemampuan suatu membran menahan atau melewatkan suatu molekul. Selektivitas membran tergantung pada interaksi antar permukaan dengan molekul, ukuran molekul, dan ukuran pori membran. Selektivitas umumnya dinyatakan oleh satu dari dua parameter, yaitu retensi/rejeksi (R) atau faktor pemisahan (α).

Laju alir, sifat hidrofobik fiber, ukuran pori, konsentrasi senyawa terlarut, temperatur dan turbulensi aliran dapat mempengaruhi fenomena *fouling*. *Fouling* adalah suatu pengendapan ireversibel yang terjadi pada permukaan membran atau di dalam dinding pori membran yang disebabkan oleh partikel koloid, makromolekul, dll yang menyebabkan penurunan fluks. Fouling dapat merubah selektifitas suatu membran karena menurunkan nilai laju produk (Naingolan, 2015).

Membran diklasifikasikan menjadi dua yaitu membran biologis dan sintetis. Membran biologis merupakan membran pemisah atau penutup yang bertindak sebagai penghalang selektif permeabel pada makhluk hidup. Membran sintetis diklasifikasikan menjadi

membran organik (contoh: polimer) dan membran inorganik (contoh: membran keramik atau logam). Membran sintetik polimerik terbagi menjadi membran hidrofobik dan hidrofilik (Mohanty dan Purkait, 2012).

Membran sintesis polimer dibagi menjadi dua yaitu membran hidrofobik dan hidrofilik. Permukaan hidrofobik adalah permukaan yang mempunyai sifat seperti tidak menyukai air. Sedangkan permukaan hidrofilik adalah permukaan yang mempunyai sifat seperti menyukai air sehingga air terserap. Proses terserapnya air ditandai dengan besarnya sudut kontak air dengan suatu permukaan. Jika sudut kontak kurang dari 90 derajat maka termasuk permukaan hidrofilik. Jika sudut kontak antara 90-150 derajat maka termasuk permukaan hidrofobik. Jika sudut kontak lebih dari 150 derajat maka termasuk permukaan superhidrofobik (Setyawan dkk, 2010). Membran hidrofobik dapat menahan air karena bersifat polar dan melewatkan senyawa non polar (Brinker dan Scherer, 1990). Hidrofobitas dari membran dapat diketahui dengan cara uji sudut kontak.

Membran komposit adalah membran asimetrik yang terdiri dari lapisan berpori rapat dan lapisan pendukung dengan material yang berbeda. Membran ini dapat memberikan suatu kinerja yang optimal terhadap selektifitas, laju permeat dan kestabilan termal (Soebardi dkk, 1997). Terdapat beberapa metode fabrikasi membran komposit yaitu *interfacial polymerization*, deposisi polyelektrolit, *cross-linking*, ko-ekstrusi, *dip coating*, *UV photo grafting* dan plasma (Hilat *et al.*, 2015).

Dip coating merupakan cara untuk mendeposit sol silika pada media penyangga tertentu dengan memanfaatkan perendaman dan penarikan secara vertikal pada laju tertentu. Pada teknik *dip coating* lebih sederhana karena tidak memerlukan peralatan yang kompleks sehingga lebih ekonomis (Brinker dkk., 1990). Metode *dip coating* banyak dilakukan khususnya pada pembuatan membran komposit silika hidrofobik. Dimana penyangga akan dilakukan *dip coating* pada saat silika berada pada fase sol, lapisan aerogel akan terbentuk pada seluruh permukaan media penyangga setelah proses pengeringan. Semakin lambat kecepatan *dip coating* maka ketebalan lapisan aerogel pada penyangga akan semakin meningkat. Keunggulan proses pelapisan aerogel secara *dip coating* adalah dapat membentuk mikropori dan ketebalan yang seragam jika dibandingkan dengan metode pelapisan lain (Brinker dkk., 1990).

Sifat hidrofobitas muncul karena energi pada permukaan yang rendah dan kombinasi hirarki struktur (Crawford dan Ivanova, 2015). Untuk membuat suatu permukaan menjadi hidrofobik yaitu dengan membuat permukaan rendah energi dan menempelkan partikel mikro atau nano pada permukaannya. Metode nanopartikel dilakukan dengan

mendepositkan gugus fungsial bersifat hidrofobik seperti fluorin atau polimer yang berikatan dengan silikon (Thakur dan Manju, 2015).

Energi permukaan sangat berhubungan dengan kemampuan keterbasahan, dimana energi permukaan mendeskripsikan interaksi berbagai macam material, kemampuan keterbasahan permukaan (hidrofilik dan hidrofobik) hanya mendeskripsikan interaksi dengan cairan saja. Kemampuan keterbasahan adalah suatu permukaan padat yang dibasahi oleh cairan yang biasanya diekspresikan sebagai sudut keterbasahan. Pada saat cairan mengalami kemungkinan besar untuk terikat, suatu material dengan energi permukaan yang tinggi akan dapat berinteraksi lebih dengan cairan dan menjadi lebih hidrofilik. Permukaan hidrofilik seperti kaca mempunyai energi permukaan yang tinggi, dimana permukaan hidrofobik seperti polytetrafluoroethylene mempunyai energi permukaan yang rendah (Wen, 2015).

Kemampuan suatu permukaan benda padat dapat dibasahi tergantung oleh struktur kimia dari permukaan dan kekasaran geometris. Menurut model Wenzel dan Cassie-Baxter, jika suatu permukaan dimodifikasi menjadi permukaan dengan tingkat kekasaran yang multi skala, maka dapat membuat suatu permukaan hidrofobik menjadi lebih hidrofobik atau bahkan menjadi superhidrofobik sehingga menyebabkan udara dapat terjebak di bawah tetesan air, dimana udara dapat bertugas sebagai penyangga air. Selain itu, suatu permukaan *oleophilic* dapat menjadi lebih *oleophilic* atau bahkan menjadi *superoleophilic* karena efek kapilaritas (Xue dkk, 2013).

Terdapat beberapa metode fabrikasi untuk membuat suatu permukaan menjadi hidrofobik. Metode ini dapat dikategorikan sebagai metode pendekatan “*top-down*” dan “*bottom-up*”. Pendekatan *top-down* adalah pembentukan suatu struktur nano dengan bentuk dan karakteristik yang diinginkan dalam skala besar, lalu dipecah menjadi partikel berukuran nano. Pendekatan *bottom-up* adalah dengan menggunakan pendekatan konstruksi dimana, kondisi topografi hidrofobik dicapai dengan membentuk struktur nanopartikel dengan teknik tertentu. Contoh dari metode *bottom-up* adalah metode reaksi hidrotermal, metode sol-gel, *electrospinning*, deposisi elektrokimia, dll (Crawford dan Ivanova, 2015). Material yang digunakan sebagai penyangga harus stabil secara termal, kuat, berpori, ekonomis dan dapat didaur ulang (Drioli dkk, 2017). Material penyangga berbasis selulosa banyak diteliti karena mudah didapat, stabil pada suhu tinggi, ringan dan ramah lingkungan (Wang dkk, 2016). Material penyangga membran komposit silika hidrofobik umumnya digunakan kain katun karena memiliki konduktivitas termal rendah, ramah lingkungan,

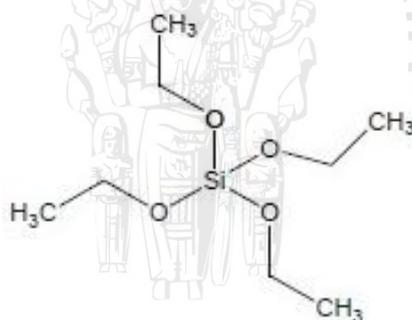
tidak mudah terdegradasi dan ketersediaannya yang melimpah jika dibandingkan dengan bahan lain seperti mesh dan kertas saring (Park dkk., 2015).

2.3 Silika Alkoksida

Ciri khas dari bahan ini adalah ikatan kovalen Si-O yang bersifat hidrofobik dan tidak bercampur dengan air (Innocenzi, 2016). Alkoksida merupakan senyawa metal organik dengan rumus umum $Me(OR)_n$ dimana Me adalah metal seperti Si, Al, Ti, dsb dan OR merupakan gugus alkoksi dengan $R=CH_3$, CH_2CH_3 , $CH_2CH_2CH_3$, dan lain sebagainya (Pavesi, dan Turan, 2010).



Tetraetil ortosilikat (TEOS) merupakan bahan yang bersifat cair, tidak berwarna, mudah terbakar, memiliki bau menyengat dan beracun (Gelest, 2015). TEOS memiliki ikatan Si-OR yang reaktif. TEOS dapat digunakan sebagai agen pemodifikasi yang dapat menghasilkan mekanisme *crosslinking* dalam polimerisasi dan juga dapat digunakan sebagai prekursor bagi SiO_2 pada industri semikonduktor. TEOS juga digunakan dalam sintesis zeolit, pelapisan karpet, dan produksi aerogel (Rosch dkk, 2002).



Gambar 2.2 Struktur TEOS.

(sumber: J Vasiljevic dkk, 2013)

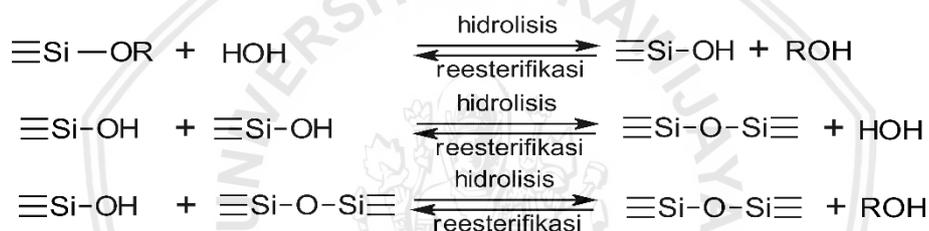
2.4 Water Glass

Natrium silika (Na_2SiO_3) atau biasa disebut *waterglass* adalah senyawa inorganik yang larut dalam air. Densitas dari larutan jenuh adalah sekitar $1,4 \text{ g/m}^2$ dan mempunyai pH sekitar secara komersial disintesis dengan mereaksikan pasir kuarsa dengan sodium hidroksida atau sodium karbonat pada suhu dan temperatur yang tinggi. *Waterglass* adalah sumber silika yang tidak mahal. Sifat polar dari molekul tersebut membuat *waterglass* terlarut dengan mudah dalam air. Natrium silikat tidak mudah terbakar seperti TEOS atau TMOS. Selain itu *waterglass* stabil dalam kondisi penggunaan dan penyimpanan standard (Aegerter, 2011).

2.5 Proses Sol - gel

Prinsip dasar dari proses sol-gel pada material berbahan dasar silika adalah transformasi senyawa yang mengandung Si-OR- dan Si-OH menjadi senyawa *siloxane* dengan reaksi kondensasi. Untuk menghasilkan gel yang stabil, jumlah dari ikatan *siloxane* harus dimaksimalkan dan jumlah dari grup *silanol* (Si-OH) dan *alkoxi* (Si-OR) harus diminimalkan (Levy dan Zayat, 2015).

Terdapat tiga proses reaksi yang terjadi pada proses sol-gel yang dapat dilihat pada gambar 2.3. Pada reaksi hidrolisis terdiri dari mengganti gugus alkoksida (-OR) dengan grup hidroksil (-OH) dan melepas molekul alkohol ROH (Milea dkk, 2011). Pada proses hidrolisis dihasilkan grup Si-OH dimana perlu untuk proses kondensasi (Levy dan Zayat, 2015). Pada reaksi kondensasi grup *silanol* (Si-OH) terlibat dalam produksi ikatan *siloxane* (Si-O-Si) dan produk samping berupa air dan alkohol (Milea dkk, 2011).

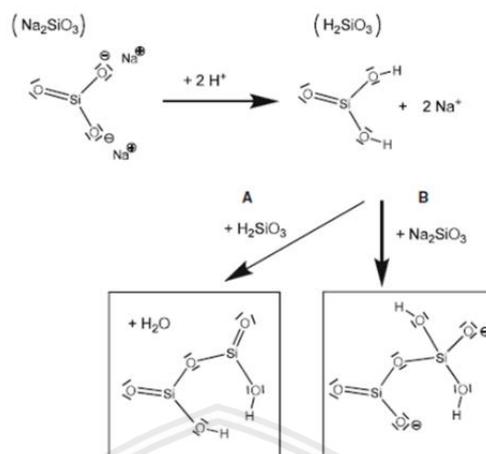


Gambar 2.3 Proses sol gel.
(sumber: Milea dkk, 2011)

Pada gel silika yang disintesis dari *alkoxysilane*, proses gelas diinisiasi oleh hidrolisis dimana akan membentuk asam silikat. Hidrolisis adalah reaksi kimia dimana suatu ikatan kimia pada suatu molekul akan putus dan molekul air akan masuk menjadi bagian dari produk akhir, biasanya menghasilkan gugus fungsi OH. Pada kasus waterglass tidak terjadi proses hidrolisis, tetapi aktivasi molekul silikat atau asam silikat dikontrol oleh reaksi asam basa, yaitu melalui proses protonasi Si-O-. Hal ini dapat dicapai dengan mengadisi H⁺ dari suatu asam. Sehingga pertukaran ion Na⁺ oleh H⁺ akan terjadi. Asam silikat bebas akan ditambahkan basa untuk meningkatkan pH. Hal ini akan menyebabkan keadaan netralisasi parsial yang akan menginisiasi terjadinya gelas. Pembentukan Si-OH dan adanya gaya tolak menolak elektrostatik antara spesi silikat akan memperbesar laju pembentukan polikondensat silikat atau partikel koloid silikat dan akan berubah menjadi jaringan gel tiga dimensi (Aegerter, 2011).

Proses netralisasi dilakukan dengan menambahkan asam ke larutan natrium silikat sampai maksimum pH 4. Hal ini menyebabkan protonasi parsial pada pusat Si-O- dan akan

menyebabkan pertukaran ion Na^+ dan H^+ . pada proses ini asam silikat bebas akan terbentuk yang merupakan monomer dari asam silikat (Aegerter, 2011).



Gambar 2.4 Asidifikasi molekul sodium silikat untuk memproduksi asam silikat dan reaksi dengan molekul asam silikat lain atau sodium silikat.
(Sumber : Aegerter, 2011)

Pada $\text{pH} < 4$ *waterglass* menjadi dalam bentuk terprotonasinya yaitu oligomer asam silikat. Bentuk paling sederhananya adalah asam meta-silikat H_2SiO_3 dan bentuk terhidrasinya yaitu asam orthosilikat $\text{H}_4\text{-SiO}_4$. Meskipun pada pH rendah, asam silikat cenderung terdimerasi ($\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ dari asam orthosilikat dan $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ dari asam metasilikat). Trimer seperti $\text{H}_8\text{Si}_3\text{O}_{10}$ terbentuk dari adisi molekul asam silika lain. Kondensasi bertahap dari asam oligomer asam silikat dapat membentuk struktur seperti cincin dengan tiga hingga 6 atom silikon dan dengan jumlah rantai Si-O-Si yang besar (Aegerter, 2011). Jika suatu gugus silanol pada partikel silika primer saling berdekatan dengan gugus silanol pada partikel lain maka akan menyebabkan proses polimerisasi kondensasi dan akan menghasilkan partikel silika sekunder yang lebih besar dan produk samping berupa air. Partikel-partikel silika sekunder ini membentuk sol silika (Aegerter, 2011).

Pada proses kondensasi nilai pH sangat berpengaruh karena proses ini diatur oleh interaksi elektrostatik pada molekul bermuatan: pada $\text{pH} > 10$ dimana pada pH ini natrium silikat merupakan spesies utama. Pada kondisi ini reaksi kondensasi berjalan lambat, hal ini dikarenakan muatan negatif pada Si-O⁻ mencegah bergabungnya ion silikat dan selain itu dikarenakan adanya kompetisi dengan reaksi balik. Sehingga pH harus diturunkan. Jika pH terlalu rendah maka laju polikondensasi menjadi lambat hal ini dikarenakan kurangnya grup Si-O⁻ pada pH rendah dimana Si-O⁻ merupakan nukleofil yang lebih baik dari pada silanol. Sehingga, pH yang disarankan untuk proses kondensasi adalah antara pH 5 sampai 9. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.2. (Aegerter, 2011).

Tabel 2.2 Efek dari pH pada waktu gelasi dan sifat aerogel.

pH	t_g (min)	Densitas (g/cm^3)	Porositas (%)	Penampakan Visual
3	32	0,25	82	Transparan
4	12	0,15	92	Transparan
5	5	0,1	95	Kurang transparan
6	2,5	0,05	97,5	Semi transparan
7	1,6	0,06	97	Tidak transparan
8	1,2	0,065	97	Tidak transparan

(Sumber: Aegerter, 2011)

Pada tabel diatas terlihat bahwa pada $\text{pH} < 4$ waktu gelasi lebih lama dan kemungkinan partikel silika bergabung kecil. Hal ini dikarenakan partikel koloid silika mempunyai muatan positif pada permukaannya yang mengakibatkan adanya penolakan antar partikel. Selain itu terdapat 2 faktor yang menyebabkan pelannya proses gelasi pada pH rendah, pertama, adanya kompetisi karena H^+ , dan tidak adanya ikatan Si-O^- yang merupakan nucleofil yang lebih baik. Pada $\text{pH} < 4$ porositasnya lebih rendah dibandingkan pada pH antara 5 sampai 8. Pada $\text{pH} > 6$ waktu gelasi sangat cepat, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih sedikit agar sistem terkondensasi sempurna dengan struktur yang baik (Aegerter, 2011).

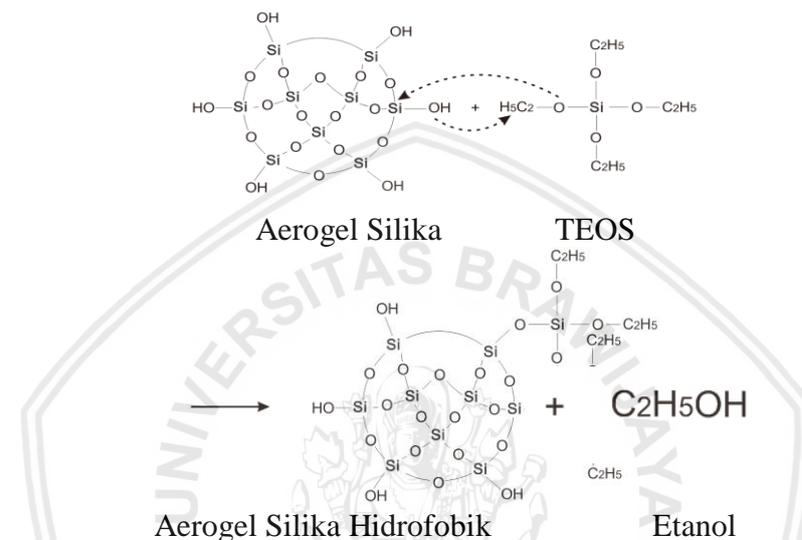
2.6 Modifikasi Permukaan Gel

Pada aerogel turunan *alkoxida*, proses pengeringan bisa dilakukan jika bagian internalnya dalam kondisi hidrofobik. Pada proses modifikasi, gaya repulsi dari *alkyl* nonpolar dan interaksi kuat pada pelarut organ biasanya digunakan pada pengeringan dengan suhu ambien yang menyebabkan tekanan kapiler pada jaringan silica turun dan struktur gel mengalami sedikit atau tidak ada kolaps pada proses pengeringan. Struktur pada gel dapat rusak seiring dengan waktu karena air dari kelembapan udara yang terserap atau kontak langsung dengan cairan. Jika pori pada gel terisi oleh air dan air didalam terevaporasi lagi, maka akan terjadi proses pengeringan sekunder yang menyebabkan struktur kolaps. Karena itu, hidrofobisasi pada lapisan dalam gel dilakukan (Aegerter, 2011).

Langkah hidrofobisasi dilakukan dengan senyawa sililasi yang digunakan untuk menggantikan gugus OH dengan senyawa hidrofobik. Senyawa yang digunakan adalah organolisilan dengan tipe $\text{R}_n\text{SiX}_{4-n}$ (R: gugus alkil, X: gugus halida atau alkoksi, $n = 1-3$). Senyawa yang umum digunakan adalah *trimethylchlorosilane* (TMCS) dan hexamemethyldisilazane (HMDS). Senyawa pemodifikasi permukaan tidak dapat larut

dalam air karena senyawa ini mengandung gugus alkil non polar. Senyawa ini mudah bereaksi dengan pelarut protic yang menyebabkan menjadi tidak aktif dalam memfungsionalisasikan permukaan silika (Aegerter, 2011)

Pada proses hidrofobisasi dengan menggunakan TEOS, gugus alkil pada TEOS akan bertukar dengan gugus hidroksil pada aerogel. Dimana sifat hidrofobik terjadi karena adanya gugus alkil pada permukaan yang bersifat non polar sehingga mengakibatkan gaya tolak pada senyawa yang bersifat polar seperti air (Widiamara dan Kelvinsius, 2017).



Gambar 2.5 Mekanisme proses hidrofobisasi menggunakan TEOS.
(Sumber: Widiamara dan Kelvinsius, 2017)

2.7 Proses Pendispersian

Metode ultrasonik merupakan metode yang efektif untuk proses pengurangan ukuran partikel pada disperse. Proses dispersi karena ultrasonik terjadi karena adanya fluktuasi tekanan dan kavitasi. Ketika suatu cairan diberi gelombang ultrasonik pada intensitas yang tinggi, gelombang suara akan masuk ke dalam cairan dan menyebabkan siklus tekanan-tinggi (kompresi) dan tekanan-rendah (rarefaction) yang bergantian. Pada saat siklus tekanan rendah, gelombang ultrasonik pada intensitas tinggi dapat menciptakan gelembung vakum kecil atau void pada cairan. Ketika gelembung memasuki keadaan mencapai suatu volume yang dimana tidak dapat menyerap energi lagi, gelembung-gelembung tersebut akan terpecah ketak siklus tekanan tinggi. Proses ini dinamakan kavitasi. Terdapat 2 alat yang dapat digunakan yaitu *ultrasonic bath* dan *ultrasonic horn*. Pada *ultrasonic bath* suatu sampel diletakkan ke dalam suatu wadah yang nantinya diberi gelombang ultrasonik dengan daya tinggi. Pada *ultrasonic horn* sampel akan dicelupkan sonikator dan sonikator akan menyebarkan gelombang ultrasonik yang menyebar melalui cairan (Hielscher, 2007).

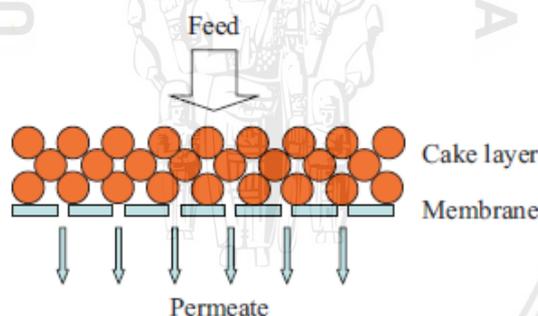
2.8 Proses Pengeringan

Proses pengeringan pada gel yang telah dimodifikasi biasanya dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama adalah dikeringkan dengan suhu rendah yang mendekati suhu ambien ($25\text{ }^{\circ}\text{C} - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan dilakukan pada suhu tinggi antara $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*supercritical*) (Aegerter, 2011). Kedua proses pengeringan ini mempunyai hasil yang identik. Perbedaan dari kedua cara ini ada pada metode *supercritical energy* yang dibutuhkan lebih besar sedangkan pada suhu ambien energi yang digunakan kecil tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama antara satu sampai dua hari.

2.9 Konfigurasi Aliran Proses Filtrasi

2.9.1 Filtrasi Dead end

Filtrasi *dead end* adalah suatu aliran dimana umpan akan dialirkan secara tegak lurus terhadap permukaan membran. Pada filtrasi model ini umpan akan melewati membran karena adanya tekanan. Pada filtrasi *dead end* tidak ada aliran retentat hal ini menyebabkan terjadi penumpukan partikel pada permukaan membran seiring dengan waktu. Penumpukan partikel pada permukaan membran dapat menyebabkan fluks membran menurun sehingga dibutuhkan pembersihan atau penggantian membran.



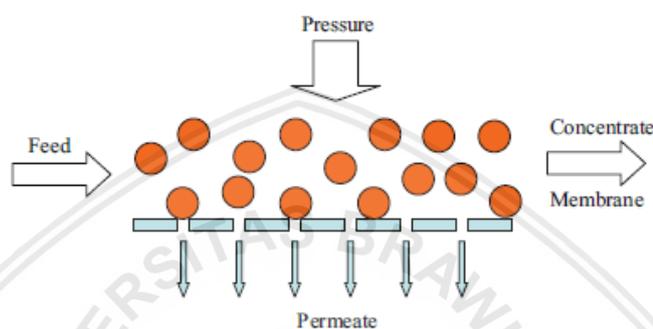
Gambar 2.6 Skema filtrasi dead end.
(Sumber: Drioli dan Giorno 2016)

Terdapat dua metode yang dapat dipergunakan pada filtrasi *dead end* yaitu fluks konstan dan tekanan konstan. Fluks konstan akan menjamin fluks permeat pada membran tetap konstan. Metode ini dapat digunakan dengan menggunakan pompa *positive displacement*. Pada metode ini pada saat terjadi penumpukan *cake* maka tekanan ditambahkan untuk menjaga fluks tetap konstan. Metode ini biasa digunakan pada industri.

Metode tekanan konstan biasa digunakan pada skala laboratorium karena mudah untuk di aplikasikan. Filtrasi dengan metode *dead end* dapat menyebabkan *fouling*, yaitu fenomena penyumbatan pori pada membran (Drioli dan Giorno, 2016).

2.9.2 Filtrasi Cross Flow

Filtrasi *cross flow* merupakan proses membran yang dimana aliran umpan mengalir secara tangensial terhadap permukaan membran yang menyebabkan perbedaan tekanan pada permukaan membran. Hal ini menyebabkan partikel dapat tetap mengalir melewati membran dan partikel sisa akan mengalir melintasi membran. Pada filtrasi *cross flow* terdapat *shearing effect* akibat alirannya yang mengalir secara tangensial sehingga partikel dapat tersapu ke arah retentat sehingga tidak ada penumpukan partikel dan ketebalan *cake* menjadi relatif lebih tipis (Drioli dan Giorno, 2016) .



Gambar 2.7 Skema filtrasi cross flow .
(sumber: Drioli dan Giorno, 2016)

2.8 Penelitian Terdahulu

Milla dan Nadian (2018) membuat membran komposit hidrofobik dengan partikel silika hidrofobik dan kain katun. Partikel hidrofobik di fabrikasi dengan metode sol-gel menggunakan precursor larutan natrium silikat (waterglass) dan agen sililasi berupa TEOS (tetraethoxysilane). Variable yang ditinjau dari penelitian mila dan nadia adalah rasio H₂O:natrium silikat pada 15:1; 16:1; 17:1; 18:1; dan 19:1; dan konsentrasi NH₄OH 0,1 M, 0,2 M, 0,3 M, 0,4 M, dan 0,5 M. Dari penelitian ini didapatkan sudut kontak tinggi didapatkan pada rasio H₂O:natrium silikat 18:1 dan konsentrasi NH₄OH sebesar 0,4 M. sudut kontak yang didapatkan adalah 157,259°.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2018 hingga bulan April 2018 di Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Pengukuran sudut kontak membran komposit hidrofobik dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Jurusan Fisika.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu laju alir umpan pada 6 ml/menit, 7 ml/menit, 8 ml/menit, 9 ml/menit, dan 10 ml/menit.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

3.3.1.1 Alat Utama

Pada penelitian ini terdapat berbagai alat utama yang digunakan yaitu, hot plate, *glass reactor*, *water chiller*, *ultrasonic bath*, oven, neraca analitik, klem dan statif, magnetic stirrer, modul membran, pompa, dan rangkaian alat titrasi.

3.3.1.2 Alat Gelas

Pada penelitian ini terdapat berbagai alat gelas yang digunakan yaitu : tabung reaksi, gelas ukur, gelas beaker, labu erlenmeyer, buret, pipet volume, pipet tetes, krusibel, dan spatula.

3.3.1.3 Alat Pendukung

Pada penelitian ini terdapat berbagai alat pendukung yang digunakan yaitu : aluminium foil, plastisin, plastik wrap, dan selotip.

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Kain katun murni “*ima*”
2. Minyak jelantah dengan kadar FFA (*Free Fatty Acid*) 0.6%
3. Natrium silikat (SiO₂: 25,5% - 28,5%, Na₂O: 7,5% - 8,5%)

4. NaOH
5. Surfaktan ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*)
6. Asam asetat (glasial) *grade pro analis* (PA) dengan kemurnian 100% diproduksi oleh Merck
7. Amonium hidroksida *grade pro analis* (PA) dengan kemurnian *extra pure* 32% diproduksi oleh Merck
8. Etanol dengan kemurnian 96,0%
9. n-heksana *grade pro analis* (PA) dengan kemurnian 99,0% diproduksi oleh Merck
10. Aquadest
11. *Deionized water*

3.3.3 Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Goniometer.

3.4 Prosedur Penelitian

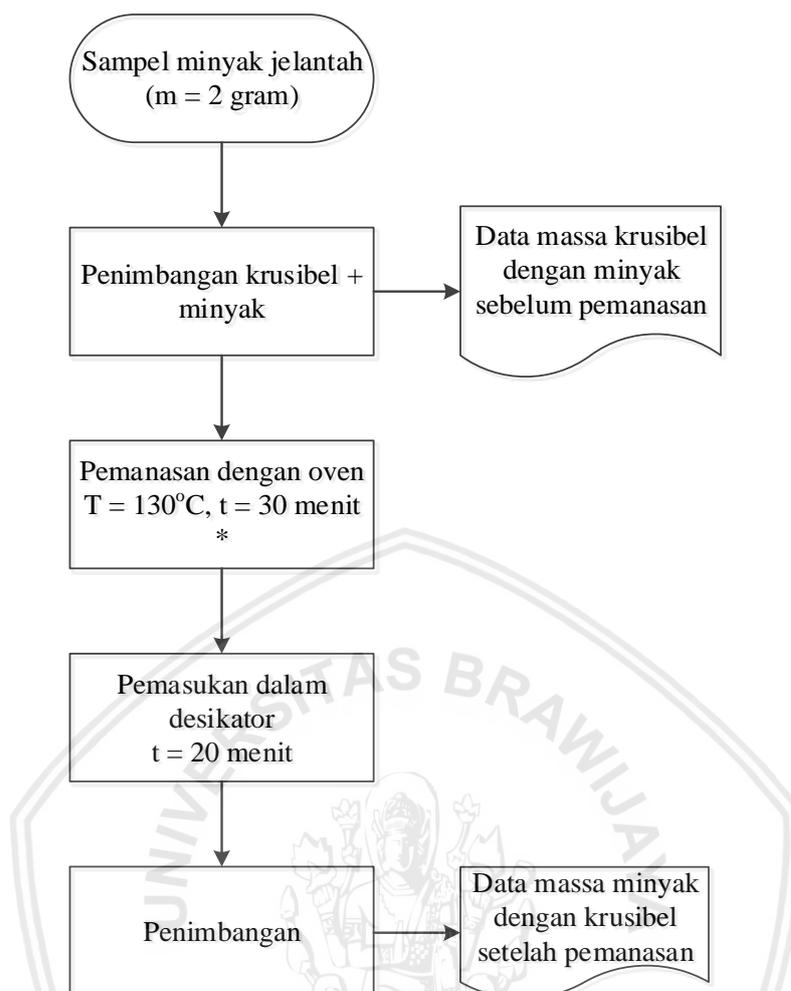
Pemurnian minyak jelantah dilakukan dengan metode filtrasi secara kontinyu menggunakan membran silika hidrofobik dengan aliran *dead end* dilakukan dengan tahapan prosedur sebagai berikut.

3.4.1 Uji Awal Kualitas Minyak Jelantah

Sebelum melakukan proses filtrasi pada minyak jelantah, dilakukan pengujian kualitas minyak jelantah yang akan digunakan untuk proses uji filtrasi. Beberapa parameter kualitas minyak goreng perlu diuji berdasarkan SNI 7709-2012 tentang minyak goreng sawit antara lain kadar air dan kadar asam lemak bebas (FFA). Berikut merupakan prosedur pengujian parameter minyak goreng berdasarkan SNI.

3.4.1.1 Uji Kadar Air

Kadar air dalam minyak jelantah dapat diuji dengan metode gravimetri dengan mengacu pada SNI 7709-2012. Mula – mula krusibel dipanaskan dalam oven dengan temperatur $(130 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ selama ± 30 menit dengan posisi tutup krusibel terbuka. Selanjutnya krusibel didinginkan dalam desikator selama 20 menit. Setelah didinginkan dalam desikator krusibel ditimbang dengan neraca analitik. Massa yang diperoleh dari penimbangan ini disebut sebagai W_0 .



Keterangan :

* Pemanasan dilakukan beberapa kali hingga didapatkan massa minyak dengan cawan porseli konstan.

Gambar 3.1 Diagram alir pengujian kadar air.

Setelah didapatkan massa krusibel kosong, sampel minyak jelantah sebanyak dua gram dimasukkan ke dalam krusibel kemudian ditimbang. Massa yang didapatkan disebut sebagai W_1 . Krusibel yang sudah berisi minyak jelantah dipanaskan dalam oven dengan suhu $(130 \pm 1)^\circ\text{C}$ selama 30 menit setelah tercapai suhu 130°C pada oven. Setelah 30 menit, krusibel didinginkan dalam dalam desikator selama 20 menit. Setelah didinginkan, cawan porselen ditimbang. Hasil penimbangan ini disebut sebagai W_2 . Proses pemanasan krusibel yang berisi minyak jelantah diulang hingga didapatkan massa W_2 yang konstan. Diagram alir uji kadar air pada minyak jelantah ditunjukkan pada gambar 3.1. Kadar air dihitung berdasarkan rumus yaitu :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \quad (3-1)$$

Dimana:

W_0 = berat wadah (g)

W_1 = berat wadah dengan sampel (g)

W_2 = berat wadah dan sampel setelah dihilangkan kadar airnya (g)

3.4.1.2 Uji Kadar Asam Lemak Bebas

Dalam uji kadar lemak bebas digunakan metode titrasi yang mengacu pada SNI 7709:2012 tentang minyak goreng sawit. Mula - mula dibuat larutan NaOH 0,1 N sebagai titran dengan melarutkan 2 gram NaOH dalam 500 ml *deionized water*. Selanjutnya disiapkan larutan fenolftalein sebagai indikator warna dengan melarutkan 1 gram fenolftalein dalam 100 ml etanol 95%. Sebelum melakukan titrasi, dilakukan standarisasi larutan NaOH 0,1 N dengan larutan asam oksalat 0,1 M yang dibuat dengan melarutkan 0,9 gram asam oksalat dalam 100 ml *deionized water*. Standarisasi larutan NaOH 0,1 N dilakukan dengan memasukkan 25 ml larutan asam oksalat ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 3 tetes larutan *fenolftalein*. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi jingga yang tidak hilang kurang dari 30 detik dan dicatat volume NaOH yang diperlukan untuk mengetahui nilai normalitas larutan NaOH yang digunakan.

Setelah melakukan standarisasi disiapkan minyak jelantah sebanyak 5 gram untuk dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Selanjutnya ditambahkan etanol hangat sebanyak 25 ml ke dalam erlenmeyer dan ditetesi dengan larutan fenolftalein sebanyak 5 tetes sebagai indikator. Setelah preparasi larutan titer siap selanjutnya dilakukan titrasi dengan NaOH 0,1 N dan juga diaduk hingga berubah warna menjadi merah muda yang tidak hilang kurang dari 30 detik, selanjutnya volume NaOH yang diperlukan selama titrasi dicatat. Diagram alir proses uji kadar FFA ditunjukkan pada gambar 3.2. Kadar FFA dihitung berdasarkan rumus yaitu :

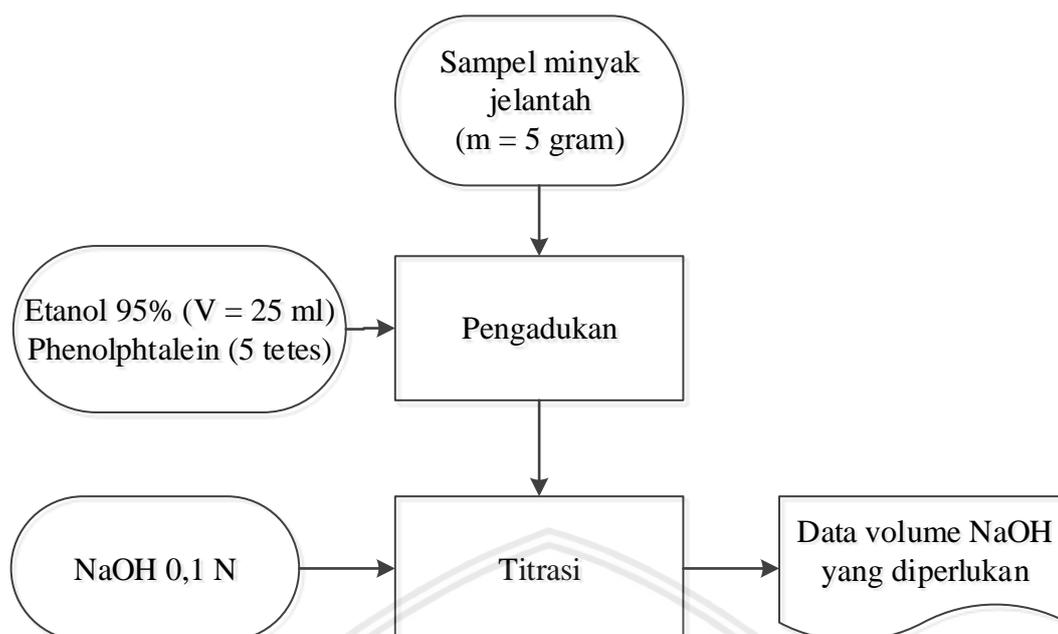
$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{25.6 \times V \times N}{w} \quad (3-2)$$

Dimana :

V = volume larutan NaOH yang diperlukan (mL)

N = normalitas larutan NaOH (N)

W = berat sampel uji



Gambar 3.2 Diagram alir pengujian kadar asam lemak bebas.

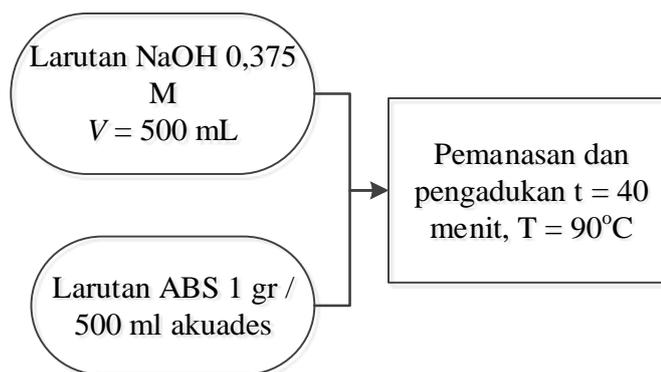
3.4.2 Pembuatan Membran Silika Hidrofobik

Pada tahap pembuatan membran komposit silika hidrofobik dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Imansari dan Nadia (2018). Tahap pembuatan membran komposit silika hidrofobik sebagai berikut.

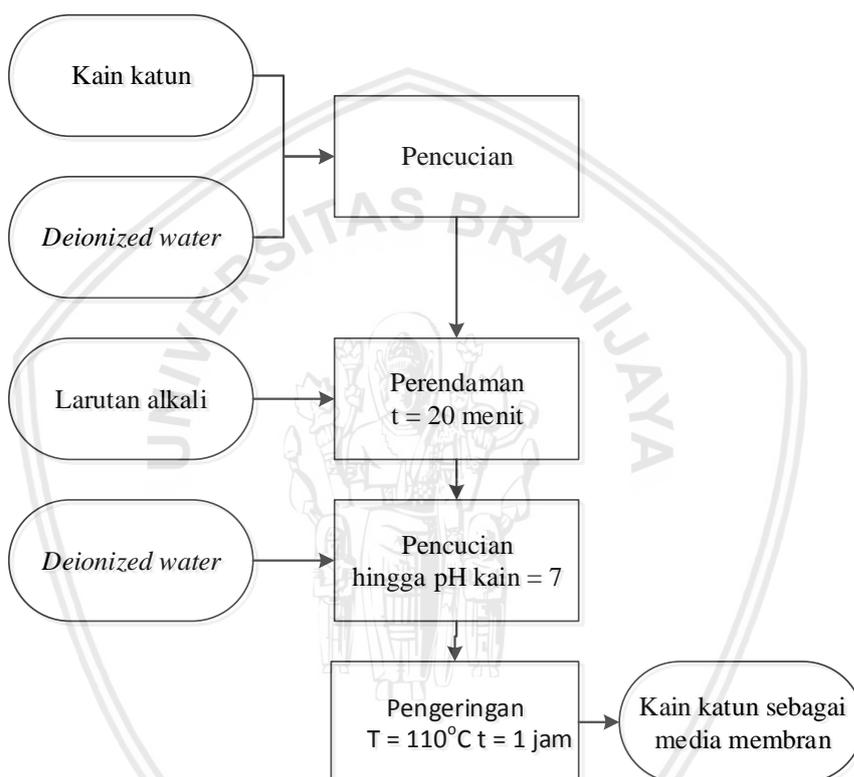
3.4.2.1 Persiapan Kain Sebagai Media

Pada tahap ini, pertama dilakukan pencucian kain katun menggunakan larutan alkali. Larutan alkali didapatkan dengan mencampur larutan NaOH 0,375 M dan larutan ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*). Larutan NaOH 0,375 M dibuat dengan melarutkan 7,5 gram NaOH dalam 500 ml akuades. Larutan ABS dibuat dengan melarutkan ABS 1 gram ke dalam 500 ml akuades. Selanjutnya kedua larutan tersebut dicampur dan dilakukan pemanasan pada suhu 90°C selama 40 menit dan didapatkan larutan alkali (Xue dkk., 2013). ABS merupakan surfaktan anionik yang banyak digunakan pada detergen. Senyawa ini akan menurunkan tegangan permukaan air yang digunakan untuk menghilangkan minyak dan noda kotoran pada permukaan kain (Briyanto, 2010). Diagram alir pembuatan larutan alkali ditunjukkan pada gambar 3.3.

Selanjutnya, dilakukan perendaman kain katun dalam larutan alkali selama 20 menit. Sebelum melakukan perendaman, kain katun dicuci terlebih dahulu dengan *deionized water* untuk menghilangkan pengotor yang menempel pada kain katun. Setelah direndam dengan larutan alkali, kain katun dibilas dengan *deionized water* hingga pH 7 dan dikeringkan pada suhu 110°C (Xue dkk., 2013). Diagram alir persiapan kain katun sebagai media ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.3 Diagram alir pembuatan larutan alkali.



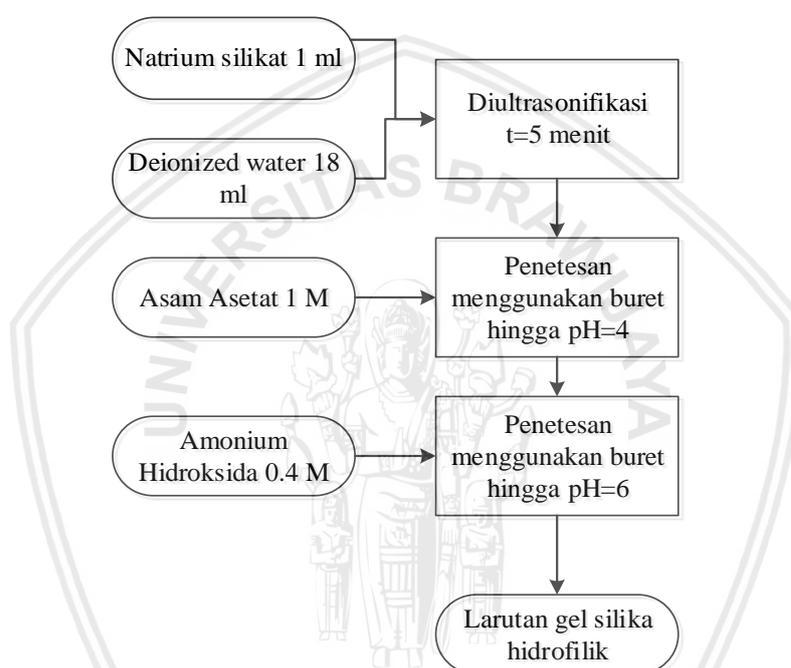
Gambar 3.4 Diagram alir persiapan kain katun sebagai media.

3.4.2.2 Preparasi Larutan Gel Silika Hidrofilik

Pada tahap ini, diperlukan sumber silika yang berasal dari natrium silikat dengan *grade* Pro Analisis (PA). Natrium silikat dicampurkan dengan *deionized water* sebagai sumber H₂O dengan rasio volume 1:18. Perbandingan rasio *deionized water* dengan natrium silikat berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Imansari dan Nadia (2018) yang menyatakan hasil memiliki nilai sudut kontak paling besar. Hal ini dikarenakan pada rasio ini larutan menjadi cukup encer sehingga jarak spesies silika yang mengalami kondensasi menjadi besar yang mengakibatkan semakin banyak gugus –OH yang terganti oleh silika alkoksi pada proses silikasi (Imansari dan Nadia, 2018). Selanjutnya kedua

bahan dihomogenkan dengan menggunakan *ultrasonic bath* selama 5 menit dan didapatkan larutan dengan pH awal 13. Tujuan dari Larutan proses ultrasonifikasi agar natrium silikat dapat terdispersi secara merata sehingga pertukaran ion Na^+ dan H^+ dari asam asetat dapat terjadi secara merata.

Selanjutnya disiapkan asam asetat dengan konsentrasi 1 M dengan mencampurkan asam asetat (glasial) yang memiliki kemurnian 100% dengan *deionized water* dimana perbandingan volumenya adalah 1:17 dan disiapkan juga larutan ammonium hidroksida 0.4 M dengan mencampurkan ammonium hidroksida *grade pro analis* (kemurnian 32%) dengan *deionized water*.



Gambar 3.5 Diagram alir preparasi larutan gel silika hidrofilik.

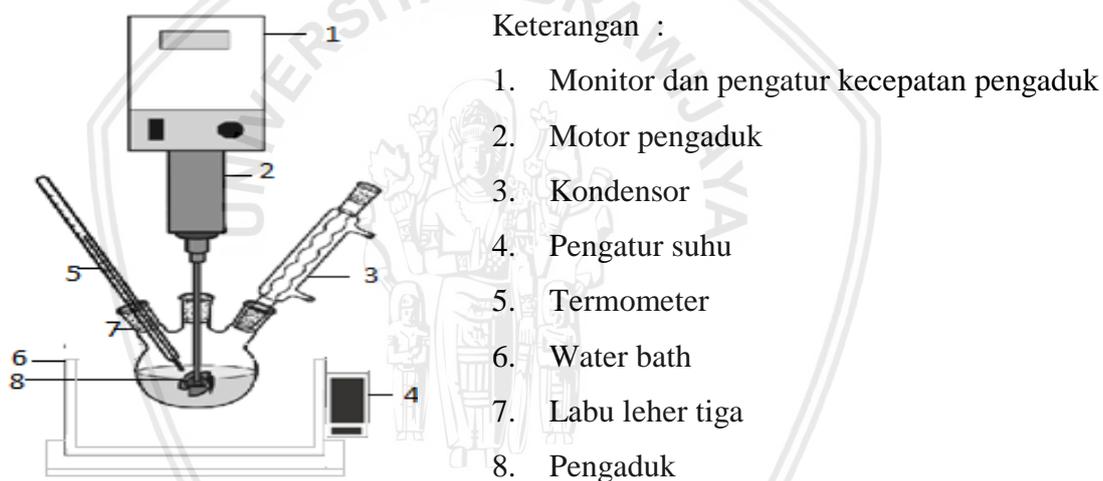
Setelah kedua larutan siap, Larutan asam asetat 1 M diteteskan menggunakan buret pada larutan natrium silikat secara perlahan hingga pH menunjukkan nilai 4. Setelah mencapai pH 4 dilakukan peneteskan larutan amonium hidroksida 0.4 M menggunakan buret hingga mencapai pH 6. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan indikator pH universal. Diagram alir preparasi larutan gel silika hidrofobik ditunjukkan pada gambar 3.5.

3.4.2.3 Preparasi Gel Silika Hidrofilik

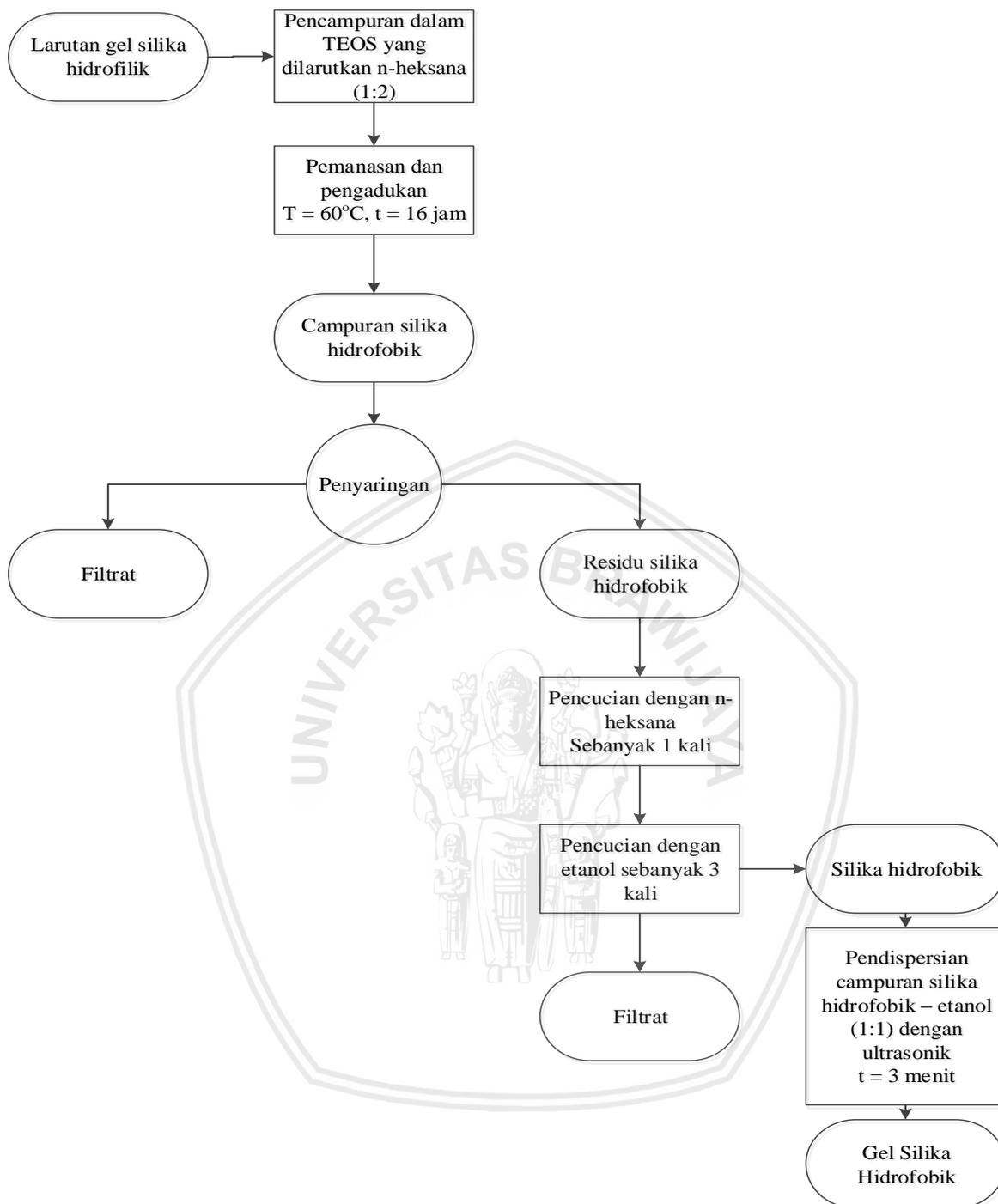
Silika hidrofobik dibuat dengan proses sililasi menggunakan larutan TEOS sebagai agen pemodifikasi partikel larutan gel silika yang bersifat hidrofilik. Larutan TEOS dicampur dengan n-heksana menggunakan perbandingan volume 1:2. Kemudian larutan gel silika hidrofilik yang sebelumnya telah dipreparasi diumpankan ke dalam campuran

tersebut dan dilakukan pemanasan dan pengadukan pada suhu 60°C selama 16 jam dengan metode refluks dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

Setelah proses sililasi akan didapatkan campuran yang terdiri atas silika hidrofobik, n-heksana, TEOS, dan air (Xue dkk., 2013). Selanjutnya campuran tersebut disaring dengan menggunakan vakum filter dan residu penyaringan berupa silika hidrofobik dicuci dengan n-heksana sebanyak satu kali dan etanol sebanyak 3 kali. Setelah pencucian silika hidrofobik dicampur dengan etanol dengan perbandingan berat 1:1 kemudian diultrasonifikasi selama 3 menit (Xue dkk., 2013). Fungsi dari proses ultrasonifikasi pada proses ini bertujuan agar terbentuk partikel gel silika hidrofobik dengan ukuran nano (Xue dkk., 2013). Rangkaian alat modifikasi sol silika hidrofilik menjadi silika hidrofobik diilustrasikan pada gambar 3.6 dan diagram alir preparasi gel silika hidrofobik ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.6 Rangkaian alat proses modifikasi sol SiO_2 hidrofobik.

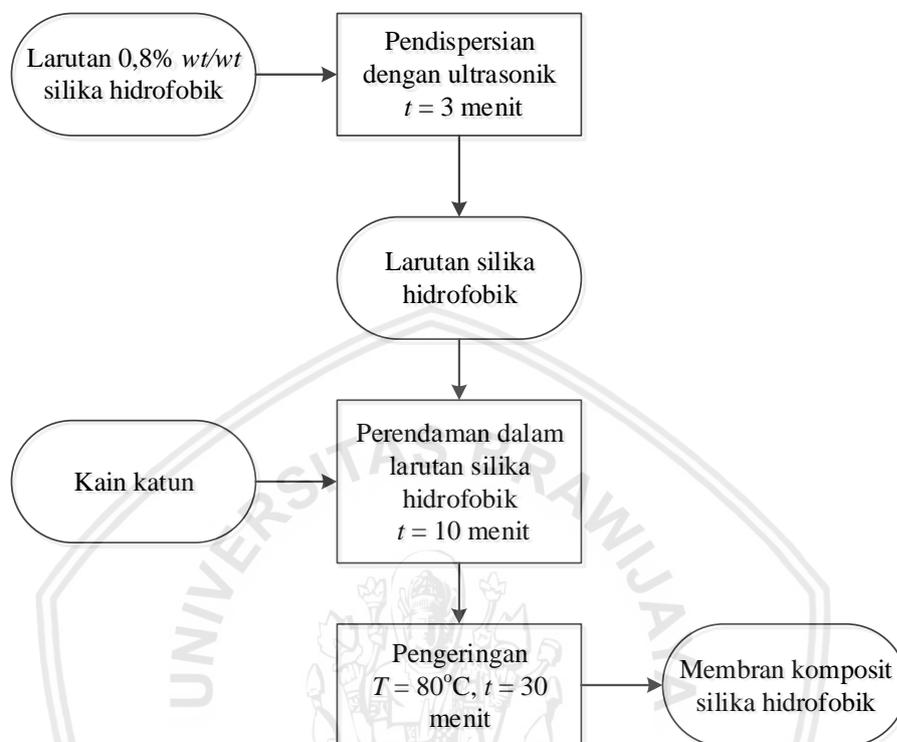


Gambar 3.7 Diagram alir preparasi gel silika hidrofobik.

3.4.2.4 Pelapisan Kain Katun dengan Silika Hidrofobik

Pelapisan kain katun dilakukan dengan membuat larutan silika hidrofobik 0,8% ($\frac{wt}{wt}$) menggunakan pelarut etanol. Pendispersian silika hidrofobik dalam etanol dilakukan selama 3 menit menggunakan *ultrasonic bath*. Proses pendispersian ini bertujuan agar partikel silika hidrofobik dapat menyebar secara sempurna pada kain katun. Kain katun yang telah mendapatkan perlakuan sebelumnya, direndam pada larutan silika hidrofobik

selama 10 menit. Setelah proses perendaman dilakukan pengeringan dalam oven dengan suhu 80°C selama 30 menit untuk mendapatkan kain komposit silika hidrofobik yang akan digunakan dalam proses pemurnian minyak jelantah. Diagram alir pelapisan kain katun dengan silika hidrofobik ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir pelapisan kain katun dengan silika hidrofobik.

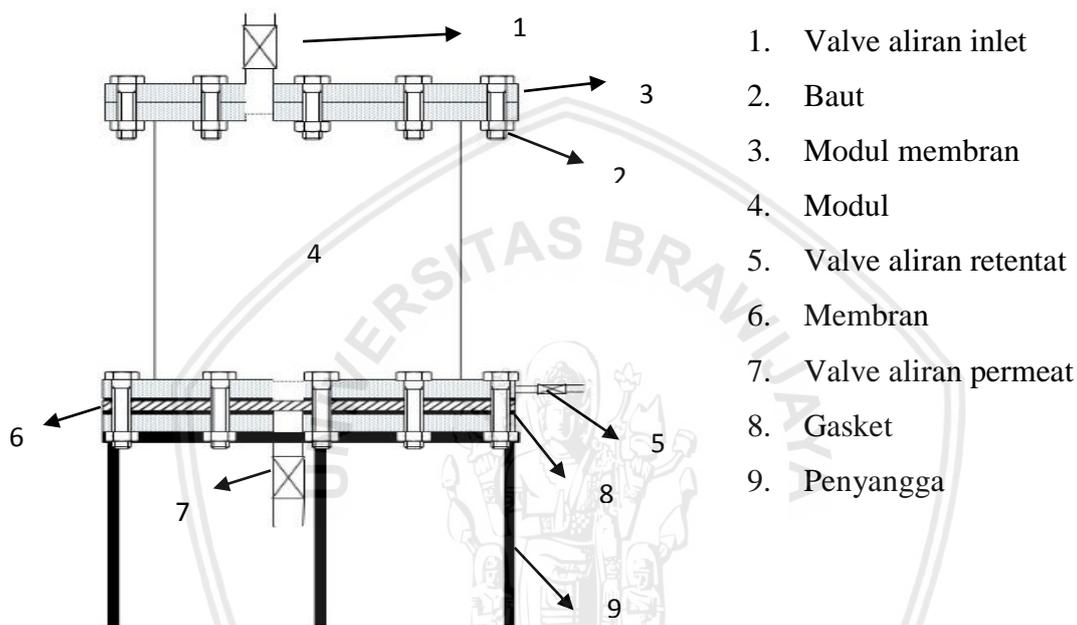
3.4.2.5 Pengukuran Sudut Kontak Membran Komposit Silika Hidrofobik

Pengukuran sudut kontak dilakukan untuk mendapatkan nilai sudut kontak membran komposit silika hidrofobik yang dihasilkan. Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan meneteskan $5\mu\text{l}$ ke atas permukaan membran komposit silika hidrofobik menggunakan mikropipet. Kemudian, dilakukan pengujian sudut kontak menggunakan instrumen goniometer.

3.4.2.6 Pemurnian Minyak Jelantah Secara Kontinyu Menggunakan Membran Komposit Silika Hidrofobik dengan Aliran Dead End

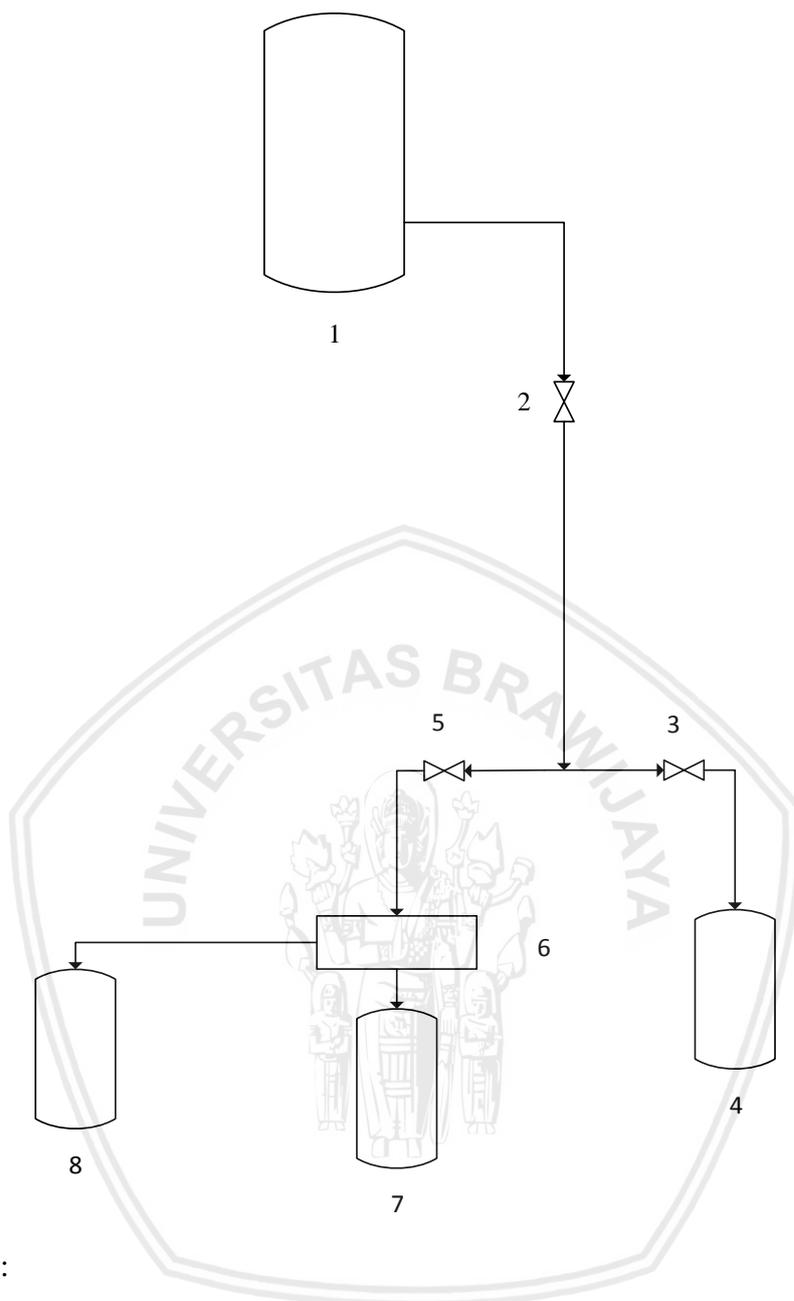
Pemurnian minyak jelantah menggunakan membran komposit silika hidrofobik menggunakan modul membran dilakukan dengan memvariasikan laju alir umpan yaitu 6 ml/menit, 7 ml/menit, 8 ml/menit, 9 ml/menit, dan 10 ml/menit. Untuk mendapatkan laju alir yang akurat, dilakukan kalibrasi laju alir minyak jelantah dengan cara menutup *valve* nomor 5, membuka *valve* nomor 3, dan mengatur *valve* nomor 2. Setelah laju alir sesuai dengan yang diharapkan, *valve* nomor 3 ditutup dan *valve* nomor 5 dibuka. Konfigurasi pada proses pemurnian minyak jelantah ini dilakukan dengan *dead*

end. Minyak jelantah dialirkan melalui bagian atas modul untuk dilakukan filtrasi. Selanjutnya retentat dan permeat dari hasil filtrasi ditampung dalam erlenmeyer. Rangkaian modul membran ditunjukkan pada gambar 3.9. Minyak yang dihasilkan sebagai permeat dianalisa sesuai dengan parameter mutu minyak goreng yang terdiri dari warna, kadar air, dan kadar FFA. Rangkaian modul membran dan rangkaian alat filtrasi berturut turut ditunjukkan pada gambar 3.9 dan 3.10, dan diagram alir proses filtrasi minyak jelantah ditunjukkan pada gambar 3.11.



1. Valve aliran inlet
2. Baut
3. Modul membran
4. Modul
5. Valve aliran retentat
6. Membran
7. Valve aliran permeat
8. Gasket
9. Penyangga

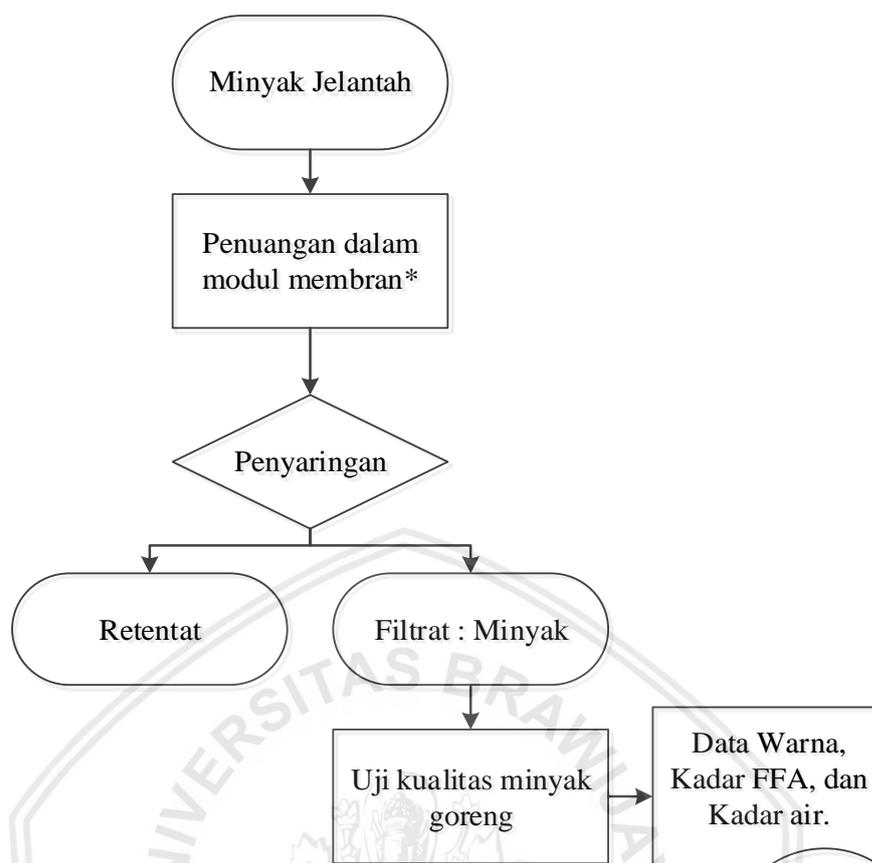
Gambar 3.9 Rangkaian modul membran.



Keterangan :

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Penampung umpan | 5. Valve menuju modul membran |
| 2. Valve pengatur laju alir | 6. Modul membran |
| 3. Valve aliran kalibrasi | 7. Penampung Permeat |
| 4. Penampung minyak hasil kalibrasi | 8. Penampung Retentat |

Gambar 3.10 Rangkaian alat proses pemurnian minyak jelantah.



Gambar 3.11 Diagram alir proses filtrasi minyak jelantah.

Untuk menggambarkan karakteristik membran fluks dapat dinyatakan sebagai berikut (Mulder,1996) :

$$J_v = \frac{V}{(A.t)} \times 1 \quad (3-3)$$

Dimana :

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

t = waktu (jam)

A = luas permukaan membran (m^2)

V = volume permeat (L)

Sedangkan selektivitas membran dinyatakan sebagai koefisien rejeksi (R) yang dirumuskan sebagai berikut :

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100 \% \quad (3-4)$$

Dimana:

R = persen rejeksi (%)

C_p = konsentrasi air terlarut dalam permeat (mol/L)

C_f = konsentrasi air terlarut dalam umpan (mol/L)



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Umpan Minyak Jelantah

Pada penelitian ini penting adanya untuk mengerti karakterisasi minyak jelantah yang dipakai dalam penelitian ini. Secara fisik, mempunyai warna yang cukup gelap dan berbau cukup tengik. Minyak jelantah yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Umpan minyak jelantah.

Terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menilai kualitas dari minyak goreng seperti asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*), kandungan air, dan warna. Minyak jelantah yang digunakan sebagai umpan proses pemurnian memiliki kadar air yaitu 0,3% maka minyak tersebut merupakan minyak dengan kualitas tidak baik karena melebihi batas maksimum yang tercantum dalam SNI 7709:2012 untuk standar kualitas minyak goreng sawit. Peningkatan kandungan FFA disebabkan oleh adanya kelembapan yang kontak dengan trigliserida pada suhu panas sehingga terjadi proses hidrolisis dan terbentuk FFA (Subramanian dkk, 2000). Warna pada minyak harus kuning jernih. Sifat dari minyak jelantah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

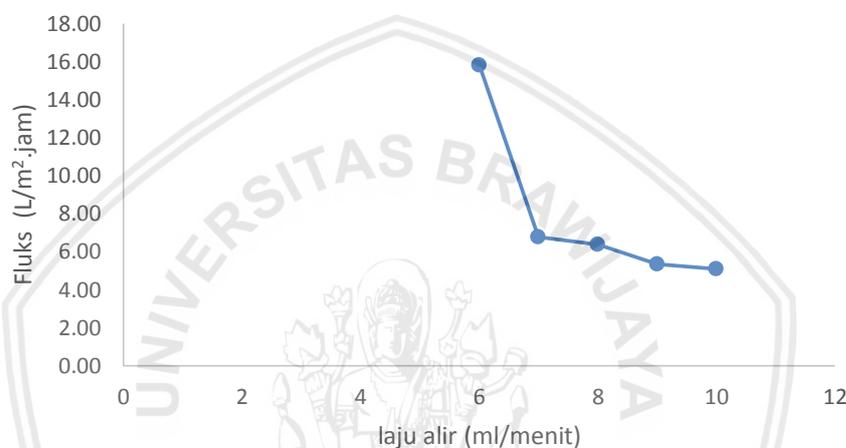
Tabel 4.1 Data karakteristik minyak jelantah.

Kriteria Uji	Satuan	Mutu	Mutu
		Hasil Pemurnian	SNI
Kadar air	%	0,3	0.1
FFA (sebagai asam palmitat)	%	0,6	0.3
Warna	-	Hitam	Merah/Kuning

4.2 Pengaruh Laju Alir terhadap Karakteristik Membran Komposit Silika Hidrofobik pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah.

Pada penelitian ini membran yang digunakan dalam proses pemurnian minyak jelantah memiliki sudut kontak sebesar 156° . Kinerja dari membran ditentukan oleh dua parameter yaitu selektivitas dan rejeksi dimana fluks adalah jumlah permeat yang dihasilkan pada operasi membran persatuan luas permukaan membran dan persatuan waktu (Mulder, 1996). Penelitian ini meninjau bagaimana pengaruh laju alir pada fluks dan selektivitas kandungan air dan FFA pada membran.

4.2.1 Pengaruh Laju Alir Pada Fluks Membran



Gambar 4.2 Grafik hubungan fluks dan laju alir pada proses filtrasi.

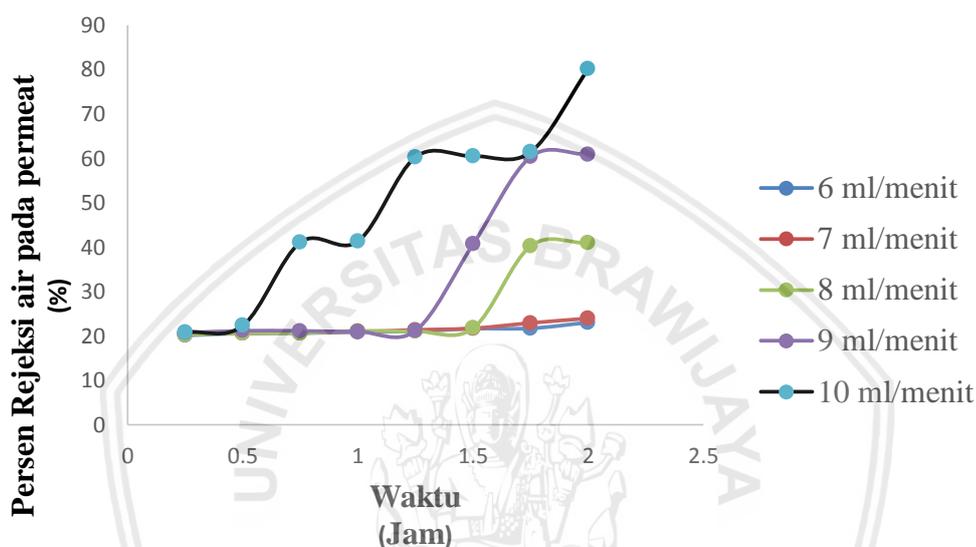
Pada gambar 4.2, terdapat grafik yang menunjukkan hubungan antara fluks dan laju alir. Pada grafik tersebut terlihat bahwa pada setiap kenaikan laju alir terjadi penurunan nilai. pada laju alir 6 mL/menit kondisi operasi pemurnian selama 2 jam belum mencapai kondisi *steady state* dimana ditunjukkan dari jumlah permeat yang didapatkan tidak konstan. Menurut Himmelblau (2004), kondisi operasi yang dilakukan secara kontinyu merupakan kondisi operasi dimana material yang masuk dan yang keluar tidak akan mengalami perubahan. Hal ini disebut sistem *steady state*.

Sedangkan nilai fluks terhadap laju alir yang ditunjukkan pada grafik didapatkan berdasarkan jumlah permeat yang dihasilkan pada proses pemurnian setelah berjalan selama 1 jam. Hal ini dikarenakan *steady state* dapat tercapai setelah proses pemurnian berjalan serelah 1 jam yang dapat dilihat pada lampiran A.2.3.

Penurunan nilai fluks yang terjadi disebabkan oleh semakin tinggi laju alir umpan maka akan semakin banyak umpan yang tertampung. Semakin tinggi laju alir

menyebabkan semakin banyak molekul minyak yang bersaing untuk melewati lubang pada membran yang menyebabkan aliran menjadi terhambat. Hal ini disebabkan pada penelitian ini dilakukan metode dead end dengan menggunakan gravitasi tanpa menggunakan pompa. Sehingga, setiap kenaikan laju alir tekanan tidak berubah dan menyebabkan terjadi penumpukan umpan pada modul membran.

4.2.2 Selektivitas Membran Terhadap Air pada Berbagai Laju Alir Pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah



Gambar 4.3 Grafik perubahan rejeksi terhadap waktu.

Pada gambar 4.3, menunjukkan grafik yang menggambarkan hubungan antara persen rejeksi dan waktu pada setiap laju alir. Pada grafik diatas terlihat bahwa pada setiap laju alir terjadi kenaikan rejeksi. Menurut Geancoplis (2003) faktor yang mempengaruhi rejeksi adalah interaksi permukaan dengan molekul, ukuran molekul, dan ukuran pori membran. Persen rejeksi air menggambarkan konsenstrasi air yang tertahan pada membran. Dimana pada kasus ini rejeksi meningkat pada setiap kenaikan laju alir hal ini dikarenakan semakin bertambahnya laju alir maka umpan yang tertampung pada modul semakin banyak sehingga terjadi persaingan missel agar bisa keluar melalui lubang pada kain. Missel yang tidak dapat melewati lubang pada membran akan terkena lapisan membran dan missel terpecah sehingga globul minyak dapat melewati membran sedangkan air dapat banyak yang tertahan karena bersifat polar. Pada grafik diatas terlihat semakin lama waktu filtrasi semakin tinggi rejeksi yang dihasilkan hal ini dikarenakan semakin lama waktu filtrasi semakin sedikit kandungan air pada permeat karena air cenderung terikat dengan air yang tertahan pada membran.

Analisa Uji Mutu Minyak Hasil Proses Pemurnian

Uji mutu hasil minyak dilakukan pada permeat yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak jelantah menggunakan membran komposit silika hidrofobik secara kontinu dengan aliran dead end dengan memvariasikan laju alir umpan dan dilakukan selama dua jam. Pada pengujian mutu minyak hasil pemurnian, minyak akan dilakukan pengujian terhadap mutu warna, kadar air dan kadar FFA. Sampel minyak yang diuji yaitu hasil permeat yang didapatkan setiap 15 menit selama 2 jam. Berikut merupakan hasil uji mutu hasil minyak hasil pemurnian minyak jelantah.

4.2.3 Warna Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.



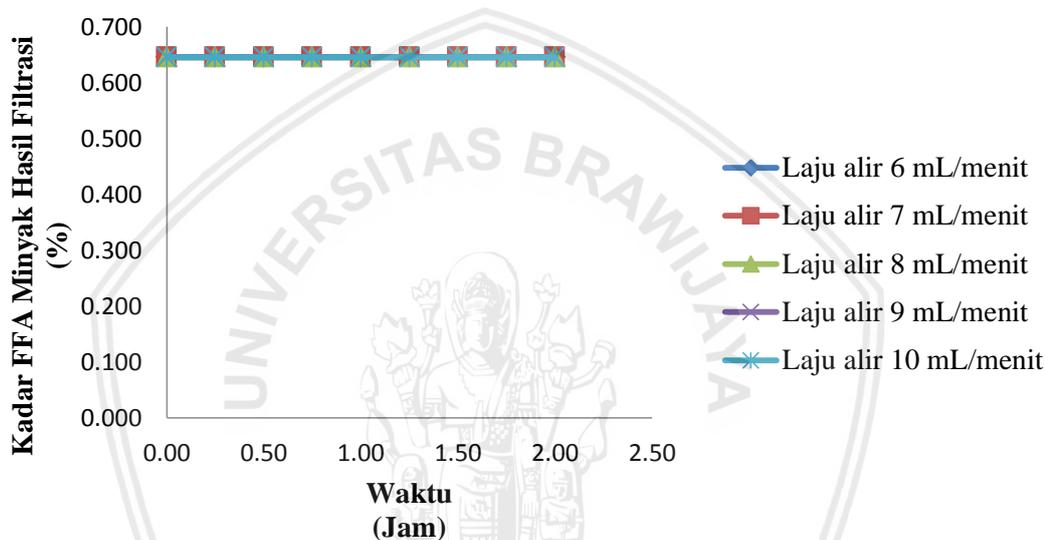
Gambar 4.4 Minyak hasil penyaringan.

Pada proses filtrasi dengan menggunakan membran komposit silika hidrofobik, tidak terlihat adanya perubahan warna pada permeat yang dihasilkan hal ini dapat dilihat pada gambar 4.4. Menurut Wong (1976) warna kehitaman pada minyak terjadi karena adanya proses oksidasi pigmen karoten dan asam lemak tidak jenuh seperti asam lemak bebas (Yeong, 2000). Tidak terjadinya perubahan warna dikarenakan asam lemak bersifat non-polar sehingga tidak bisa tertahan oleh membran hidrofobik yang bersifat non-polar.

Karoten merupakan senyawa yang dapat larut dalam lemak sehingga bersifat non-polar sehingga senyawa ini dapat melewati membran yang bersifat hidrofobik.

4.2.4 Kadar FFA Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.

Hasil mutu kadar FFA minyak hasil proses pemurnian ditunjukkan pada grafik yang ditunjukkan gambar 4.5. Pada grafik tersebut menjelaskan perubahan FFA setiap waktunya pada masing-masing variabel laju alir tidak mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan FFA (*Free Fatty Acid*) merupakan senyawa yang terdapat pada minyak jelantah bersifat non polar (Murali dkk,1993). Dimana, membran komposit silika hidrobik memiliki gugus alkil yang bersifat non polar sehingga molekul FFA dapat melewati membran (Widiamara,dan Kelvinsius, 2017).



Gambar 4.5 Grafik hubungan perubahan kadar FFA sepanjang waktu filtrasi.

4.2.5 Kadar Air Minyak Hasil Proses Pemurnian Minyak Jelantah dengan Membran Komposit Silika Hidrofobik.

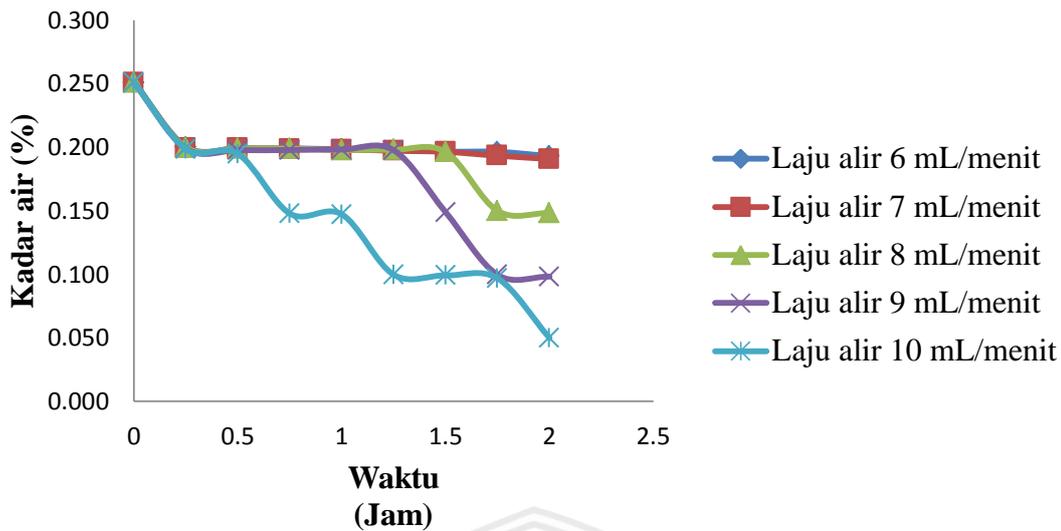
Minyak jelantah merupakan suatu emulsi yang terdiri dari minyak dan air. Pada Minyak Jelantah, air dapat terdispersi secara sempurna karena kandungan air pada minyak kurang dari titik jenuh pada minyak (Macuzic dan Jeremic, 2004). Minyak jelantah terdiri dari lemak. Lemak merupakan molekul yang bersifat *amphiphilic* dengan bagian non polar yang lebih besar sehingga bagian kepala polar pada lemak dapat mengikat molekul air membentuk missel (Smitt dkk, 1991). Pada saat dilakukan pemurnian minyak jelantah, emulsi akan bersentuhan dengan membran yang mengakibatkan emulsi tidak stabil dan molekul air yang terdapat dalam emulsi akan keluar dan tertahan tidak dapat melewati membran karena membran akan menyerap senyawa yang bersifat non-polar yaitu minyak (Immansari dan Mahardana, 2018). Pada gambar 4.6 terdapat grafik yang menggambarkan

hubungan antara laju alir dengan pengurangan kadar air. Grafik pada gambar 4.6 menunjukkan penurunan kadar air minyak hasil filtrasi mengalami penurunan seiring besarnya laju alir umpan dengan semakin lamanya waktu filtrasi. Pada laju alir 6 ml/menit dan 7 ml/menit menunjukkan kadar air yang terdapat pada minyak hasil filtrasi tidak mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan pada laju alir 8 ml/menit, 9 ml/menit, dan 10 ml/menit yang menunjukkan penurunan signifikan seiring lamanya waktu filtrasi.

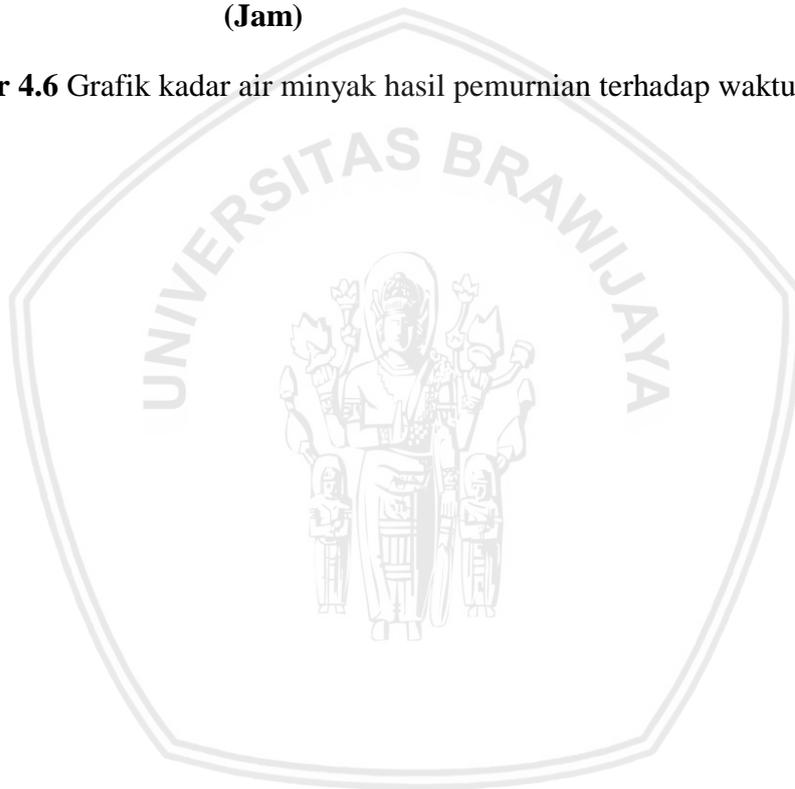
Pada laju alir tinggi umpan yang tertampung pada modul semakin banyak sehingga terjadi persaingan missel agar bisa keluar melalui lubang pada kain. Missel yang tidak dapat melewati lubang pada membran akan terkena lapisan membran dan missel terpecah sehingga globul minyak dapat melewati membran sedangkan air dapat banyak yang tertahan karena bersifat polar.

Pada laju alir rendah kadar air pada permeat lebih banyak jika dibandingkan dengan laju alir lebih tinggi. Pada laju alir rendah umpan yang tertahan pada modul membran lebih sedikit. Sehingga, persaingan antar missel lebih sedikit dan air dapat terbawa pada permeat karena terselimuti oleh minyak. Pada laju alir rendah tetap terjadi pengurangan kadar air karena missel yang menyentuh permukaan membran dapat terpecah sehingga molekul minyak dapat melewati membran dan air tetap tertahan karena bersifat polar.

Pada gambar 4.6 terlihat semakin bertambahnya waktu kadar air yang terkandung dalam permeat semakin sedikit. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu filtrasi maka molekul air yang terbawa dari feed semakin banyak sehingga pada saat missel pecah molekul air akan bergabung dengan molekul air yang lain membentuk ikatan yang stabil. Hal ini menyebabkan air pada minyak cenderung terikat dengan molekul air yang tertahan pada lapisan membran.



Gambar 4.6 Grafik kadar air minyak hasil pemurnian terhadap waktu filtrasi.





Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

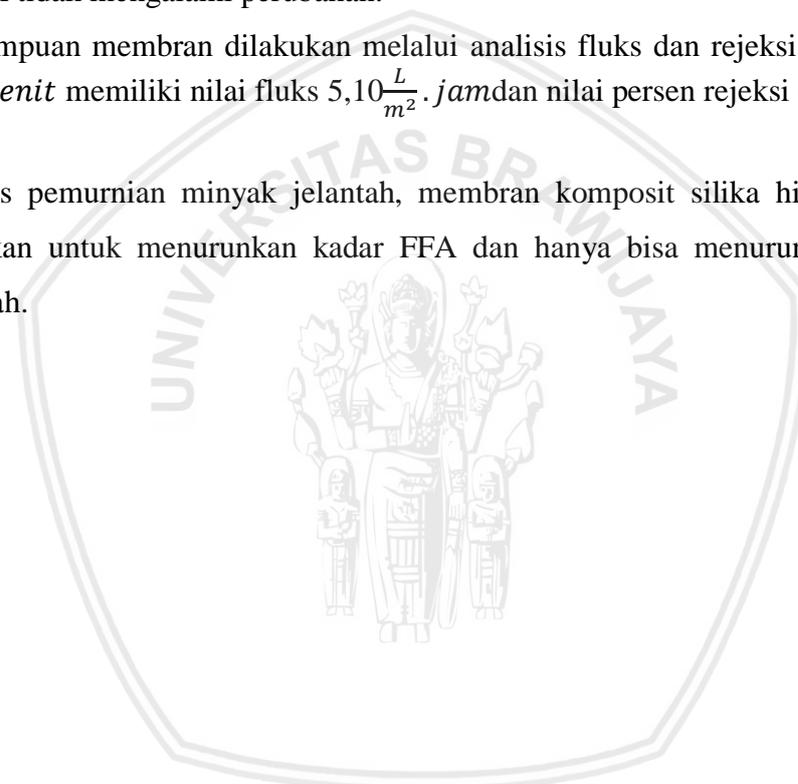
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Laju alir umpan tidak sepenuhnya mempengaruhi kualitas minyak hasil pemurnian. Hal ini ditunjukkan pada kadar air minyak hasil pemurnian pada laju alir 6 *ml/menit* dan 10 *ml/menit* masing-masing yaitu 0.193% dan 0.050%. Sedangkan warna dan kadar FFA tidak mengalami perubahan.
2. Uji kemampuan membran dilakukan melalui analisis fluks dan rejeksi. Pada laju alir 10 *ml/menit* memiliki nilai fluks $5,10 \frac{L}{m^2 \cdot jam}$ dan nilai persen rejeksi air 80.129%.

5.2 Saran

Pada proses pemurnian minyak jelantah, membran komposit silika hidrofobik tidak dapat digunakan untuk menurunkan kadar FFA dan hanya bisa menurunkan kadar air minyak jelantah.





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Aegerter, Michael A., Nicholas L., dan Mathhias M. K. 2011. *Aerogels Handbook*. New York: Springer
- Alfiani, Selamat, Liling Triyasmono & Malikhatun Ni'mah. 2014. *Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Minyak Hasil Penggorengan Berulang dengan Metode Titrasi Asam Basa dan Spektrofotometer Fourier Transformation Infra Red (FTIR)*. Jurnal Pharmascience. Vol.1 No.1.
- Andhika, Renardi. 2016. *Produksi dan Pemurnian Biodiesel dengan Teknologi Membran*. Bandung: Teknik Kimia ITB.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). SNI 01-3555-1998 Cara Uji Minyak dan Lemak.. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 01-3741-2013 Minyak Goreng. Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- Brinker, C. Jeffrey ,dan George W. Scherer. 1990. *Sol-Gel Science The Physics and Chemistry og Sol-Gel Processing*. London: Academic Press Limited.
- Briyanto., Arnelli., Ahmad Suseno. 2010. *Detergensi Natrium Dodesilbenzen Sulfonat dengan Penambahan Natrium Tripolifofat dan Variasi pH*. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi. 13(1) (2010) : 8 – 11.
- Crawford, Russell J. dan E.P. Ivanova. 2015. *Superhydrophobic Surfaces*. Oxford: Elsevier.
- Drioli, Enrico., Lidietta Giorno. *Encyclopedia of Membranes*. Berlin: Springer.
- Geancoplis, Christie J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Gelest. 2012. *Tetraethoxysilane, 98% Safety Data Sheet*. Morrisville: Gelest Inc.
- Goswami, Garima, dkk. 2015. *Oxidation of Cooking Oils Due To Repeated Frying and Human Health*. Rajastan: Internation Journal of Science Technology and Management.

- Hilal, Nidal dkk. 2015. *Membrane Fabrication*. Boca Raton: CRC Press.
- Himmelblau, David M., dan Riggs, James B. 2000. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering 7th edition*. New Jersey: Prentice Hall
- Innocenzi, Plinio. 2016. *The Sol to Gel Transition*. Alghero: Springer.
- Imansari, Mila Baarik., Mahardana, Nadia Sjavira. 2018. *Pengaruh Rasio H₂O:Natrium Silikat dan Konsentrasi Katalis NH₄OH Pada Membran Komposit Silika Hidrofobik Dalam Pemisahan CPO-Air*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: tidak diterbitkan.
- J Vasijevic, dkk. 2013. *Influence of crosslinker structure on performance of functionalised organic-inorganic hybrid sol-gel coating*. Slovenia: National Institute of Chemistry.
- Jornitz, Maik W., dan Theodore H Meltzer. 2008. *Filtration and Purification in the Biopharmaceutical Industry Second Edition*. New York: Informa Healthcare.
- Lempang, Ikar Risti, dkk. 2016. *Uji Kualitas Minyak Goreng Curah dan Minyak Goreng Kemasan di Manado*. Manado: Program Studi Farmasi FMIPA UNSRAT Manado.
- Levy, David dan M. Zayat. 2015. *The Sol-Gel Handbook*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Macuzic, I., dan Jeremic, B. 2004. *Proactive Approach to Oil Maintenance Strategy*. Tribology in Industry. Vol. 26 (1&2): 27-31.
- Meesuk, Ladda ,dan Saowanee Seammai. 2009. *The Use of Perlite to Remove Dark Colour From Repeatedly Used Palm Oil*. Bangkok: ScienceAsia.
- Milea, C.A., Bogatu, C., Duta, A., 2011. *The Influence of Parameters in Silica Sol-Gel Process*. Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series I: Engineering Sciences • Vol. 4 (53) No. 1 – 2011
- Mohanty, Kaustubha., Mihir K, Purkait. 2012. *Membrane Technologies and Application*. Boca Raton: CEC Press
- Mulder, Marcel. 1996. *Basic Principles of Membrane Technology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

- Murali, H.S., Mohas, M.S., Manja, K.S., dan Sankaran, R. 1993. *Polar and Nonpolar Lipids and Their Fatty Acid Composition of a Few Fusarium Species*. Mysore: Defence Food Research Laboratory
- Nainggolan, Ricardo Parluhutan. 2015. *Pengendalian Fouling pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Nielsen, S. Suzanne. 2010. *Food Analysis*. Fourth Edition. London: Springer.
- Norris, J.R., dan D.W. Ribbons. 1969. *Methods in Microbiology Volume 1*. New York: Academic Press
- Park, E. J., Kim, B. R., Park, D. K., Han, S. W., Kim, D. H., Yun, W. S. & Kim, Y. D. 2015. *Fabrication of Superhydrophobic Thin Films on Various Substrates using SiO₂ Nanoparticles Coated with Polydimethylsiloxane: Toward the Development of Shielding Layer for Gas Sensor*. Royal Society of Chemistry Advance.5 (LI): 40595-40602
- Pavesi, Lorenzo., turan, Rasit. 2010. *Silicon Nanocrystals*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- Pratomo A.I, Heru. 2003. *Pembuatan dan Karakterisasi Membran Komposit Polisulfon Selulosa Asetat Untuk Proses Ultrafiltrasi*. Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains.3. 168-173.
- R. Alenezi , M. Baig , J. Wang , R. Santos & G. A. Leeke (2010) *Continuous Flow Hydrolysis of Sunflower Oil for Biodiesel, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 32:5, 460-468, DOI: 10.1080/15567030802612341
- Rahayu, Hermawati Lucia., Sari Purnavita., dan Herman Yoseph Sriyana. 2014. *Potensi Sabut dan Tempurung Kelapa Sebagai Adsorbend Untuk Meregenerasi Minyak Jelantah*. Jurnal dalam Momentum ,10 (1), 47-53.
- Rösch, Lutz, P. John, dan R. Reitmeier. 2002. *Silicon Compounds, Organic*. Ullmann's *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH
- Scott, K., dan Hughes, R. 1996. *Industrial Membran Technology*. Salford: Springer – science + business media, B.V.

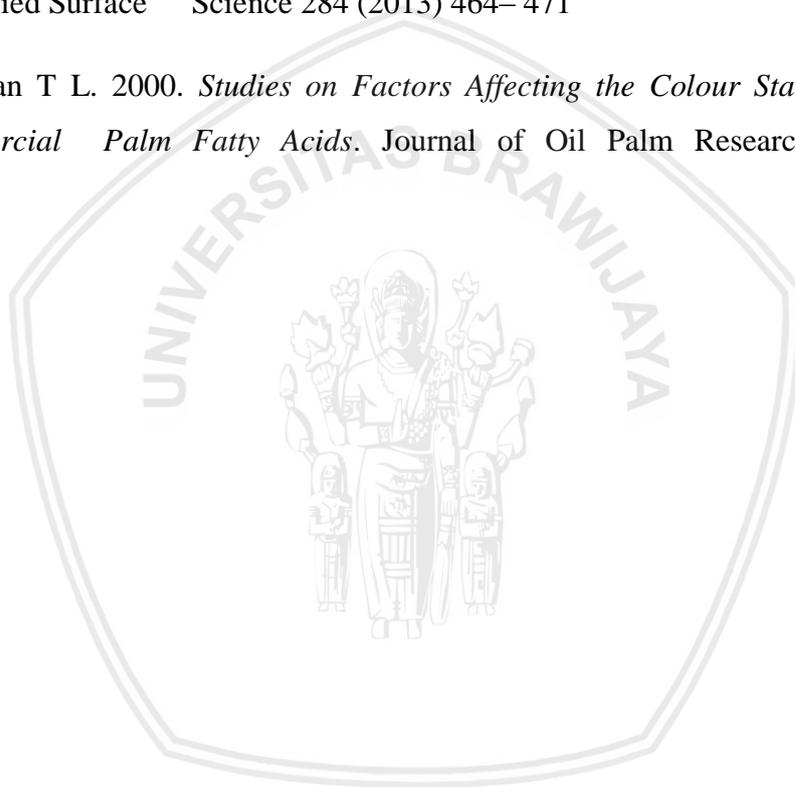
- Setyawan, H., Samsidi & Ambarwati, V. 2010. *Hydrophobic Glass Coated with Surface Modified-Silica Film Prepared With Sodium Silicate*. Makalah dalam ISFACHE. Bali, 3-4
- Smitt, B., Hilbers, J., Esselink, K., Rupert, L. A. M., Van Os, N. M, dan Schlijper, A. G. 1991. *Structure of A Water/Oil Interface in the Presence of Micelles: A Computer Simulation Study*. The Journal of Physical Chemistry, 95(16): 6361-6368
- Soebardi, H.R., Radiman, C.L., Noezar, I. 1997. *Penggunaan Membran Komposit Untuk Proses Osmosis Balik Limbah Zat Warna Dispersi*. Jurnal dalam Simposium Nasional Polimer II: 117-123.
- Song, Hong, Z. Zhao, G. Xu, Y. Wang, dan J. Hu. 2016. *Facial Preparation of Superhydrophobic and Superoleophilic Textiles by Depositing Nano-SiO₂ for Oil Water Separation*. The Journal of The Textile Institute, 108(8): 1297-1301.
- Subraminan, R dkk. 2000. *Membrane Processing of Used Frying Oil*. USA: Springer Verlag.
- Suharatati, Tati. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Bandar Lampung: AURA.
- Thakur, Vijay Kumar., Thakur, Manju Khumari., Kessler, Michael RE. 2017. *Handbook of Composites from Renewable Material*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Thomas Hielscher. *Ultrasonic Production of Nano-Size Dispersions and Emulsions*. ENS 2005, Dec 2005, Paris, France. TIMA Editions, pp.138-143, 2005. <hal 00166996>.
- Tyas, Cahyaning Sari Dewi., Siti Tjahjani. 2011. *Pemanfaatan Piropilit Sebelum dan Sesudah Aktivasi Sebagai Adsorben pada Proses Penurunan Bilangan Peroksida dan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah*. Jurnal Manusia dan Lingkungan. 18(3): 184- 190.
- Wang, J., Wong, J. X. H., Kwok, H., Li, X. & Yu, H. Z. 2016. *Facile Preparation of Nanostructured, Superhydrophobic Filter Paper for Efficient Water/Oil Separation*. Tesis tidak dipublikasikan. US: Brandeis University.
- Wen, Cuie. 2015. *Surface Coating and Modification of Metallic Biomaterial*. Cambridge: Elsevier.

Wenten, I.G., Hakim, A.N., Khoiruddin., Aryanti. P.T.P. 2014. *Desain Proses Berbasis Membran*. Bandung: Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung

Widiamara, Arif dan Kelvinsius, J. F. G.. 2017. *Efek Waktu dan Suhu Operasi Proses Sililasi pada Pembuatan Aerogel Silika pada Pengeringan Tekanan Atmosferik (Ambient-Pressure Drying)*. Skripsi Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: tidak diterbitkan.

Xue, C. H., Ji, P. T., Zhang, P., Li, Y. R. & Jia, S. T. 2013. *Fabrication of Superhydrophobic and Superoleophilic Textile for oil-water separation*. Journal of Applied Surface Science 284 (2013) 464– 471

Yeong, S.K dan T L. 2000. *Studies on Factors Affecting the Colour Stability of Some Commercial Palm Fatty Acids*. Journal of Oil Palm Research, 2(2): 63-7





Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

DATA DAN PERHITUNGAN

A.1 Karakterisasi Minyak Jelantah

A.1.1 Pembuatan Larutan NaOH 0.1 N V = 500 mL

Bilangan ekuivalen NaOH (e) = 1

$$Mr \text{ NaOH} = 40 \frac{g}{mol}$$

$$M \text{ NaOH} = N \text{ NaOH} \times \frac{1}{e}$$

$$= 0.1 \times \frac{1}{1}$$

$$= \mathbf{0.1 \text{ M}}$$

$$Mol \text{ NaOH} = M \times V$$

$$= 0.1 \text{ M} \times 0.5 \text{ L}$$

$$= \mathbf{0.05 \text{ mol}}$$

$$\text{Massa NaOH (gram)} = mol \times Mr$$

$$= 0.05 \times 40$$

$$= \mathbf{2 \text{ gram}}$$

A.1.2 Pembuatan Larutan $C_2H_2O_4$ 0.1 M V = 100 mL

Bilangan ekuivalen NaOH (e) = 2

$$Mr \text{ NaOH} = 90.03 \frac{g}{mol}$$

$$M \text{ NaOH} = N \text{ } C_2H_2O_4 \times \frac{1}{e}$$

$$0.1 = N \times \frac{1}{2}$$

$$N \text{ } C_2H_2O_4 = 0.2 \text{ N}$$

$$Mol \text{ NaOH} = M \times V$$

$$= 0.1 \text{ M} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{Massa NaOH (gram)} = mol \times Mr$$

$$= 0.01 \times 90.03$$

$$= \mathbf{0.9003 \text{ gram}}$$



A.1.3 Standarisasi Larutan NaOH

$$V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} = V \text{ C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \times N \text{ C}_2\text{H}_2\text{O}_4$$

$$1.3 \text{ mL} \times N \text{ NaOH} = 25 \text{ mL} \times 0.2 \text{ N}$$

$$N \text{ NaOH} = 0.097 \text{ N}$$

A.1.4 Pengukuran Kadar FFA

$$\text{BM Minyak} = 269.714 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$N \text{ NaOH} = 0.097$$

$$\text{Massa Minyak} = 5 \text{ gram}$$

$$V \text{ NaOH (1)} = 1.3 \text{ mL}$$

$$V \text{ NaOH (2)} = 1.3 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ FFA} &= \frac{\text{BM Minyak} \times N \text{ NaOH} \times V \text{ NaOH}}{\text{Massa Minyak}} \\ &= \frac{269.714 \times 0.097 \times 1.3}{5} \\ &= 0.646 \end{aligned}$$

A.1.5 Pengukuran Kadar Air

$$\text{Massa krusibel} = 38.776 \text{ g}$$

$$\text{Massa krusibel} + \text{minyak sebelum pemanasan} = 40.768 \text{ g}$$

$$\text{Massa krusibel} + \text{minyak sesudah pemanasan (1)} = 40.763 \text{ g}$$

$$\text{Massa krusibel} + \text{minyak sesudah pemanasan (2)} = 40.763 \text{ g}$$

$$\text{Massa krusibel} + \text{minyak sesudah pemanasan (3)} = 40.763 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{40.768 - 40.763}{40.768 - 38.776} \times 100\% \\ &= 0.251 \% \end{aligned}$$

A.2 Karakterisasi Membran

A.2.1 Sudut Kontak Membran yang Digunakan Untuk Pemurnian Minyak Jelantah

Tabel A.2.1 Nilai sudut kontak membran yang digunakan untuk pemurnian laju alir.

Sampel	Sudut Kontak	Rata – rata	Deviasi	Error
1	155.385		0.138	
2	155.571		0.324	
3	154.587		0.660	
4	155.998		0.751	
5	155.292		0.045	
6	155.127		0.120	
7	155.035		0.212	
8	155.279	155.2474	0.032	2.497%
9	155.396		0.148	
10	155.027		0.220	
11	155.216		0.031	
12	154.740		0.508	
13	155.715		0.467	
14	155.283		0.035	
15	155.062		0.186	
	Terkecil		Terbesar	
	154.587		155.998	

A.2.2 Volume Permeat yang Dihasilkan Pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah

Tabel A.2.2 Data Volume Permeat Proses Pemurnian Minyak Jelantah.

No	Waktu (Jam)	Volume (mL) Pada Laju Alir Ke-				
		6 mL/menit	7 mL/menit	8 mL/menit	9 mL/menit	10 mL/menit
1	0.25	55	39	36	35	28
2	0.5	54	25	25	22	18
3	0.75	53	20	16	15	15
4	1	45	15	14	12	12
5	1.25	41	14	13	11	10
6	1.5	36	14	13	11	10
7	1.75	26	13	12	10	10
8	2	21	12	12	10	10

A.2.3 Fluks

$$Fluks = \frac{V \text{ Permeat}}{A \cdot t}$$

$$Fluks = \frac{Slope}{A}$$

Tabel A.2.3 Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 6 $\frac{mL}{menit}$.

No	Waktu (Jam)	Volume Per-15 menit (L)	Volume Total (L)	Fluks (L/m ² .jam)
1	0	0	0	
2	0.25	0.055	0.055	
3	0.5	0.054	0.109	
4	0.75	0.053	0.162	
5	1	0.045	0.207	15.80
6	1.25	0.041	0.248	
7	1.5	0.036	0.284	
8	1.75	0.026	0.310	
9	2	0.021	0.331	

Tabel A.2.4 Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 7 $\frac{mL}{menit}$.

No	Waktu (Jam)	Volume Per-15 menit (L)	Fluks (L/m ² .jam)
1	0	0	
2	0.25	0.039	
3	0.5	0.025	
4	0.75	0.02	
5	1	0.015	6.75
6	1.25	0.014	
7	1.5	0.014	
8	1.75	0.013	
9	2	0.012	

Tabel A.2.5 Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 8 $\frac{mL}{menit}$.

No	Waktu (Jam)	Volume Per-15 menit (L)	Fluks (L/m ² .jam)
1	0	0	
2	0.25	0.036	
3	0.5	0.025	
4	0.75	0.016	
5	1	0.014	6.37
6	1.25	0.013	
7	1.5	0.013	
8	1.75	0.012	
9	2	0.012	

Tabel A.2.6 Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 9 $\frac{mL}{menit}$.

No	Waktu (Jam)	Volume Per-15 menit (L)	Fluks (L/m ² .jam)
1	0	0.000	
2	0.25	0.035	
3	0.5	0.022	
4	0.75	0.015	
5	1	0.012	5.35
6	1.25	0.011	
7	1.5	0.011	
8	1.75	0.010	
9	2	0.010	

Tabel A.2.7 Data fluks proses pemurnian minyak jelantah pada laju alir 10 $\frac{mL}{menit}$.

No	Waktu (Jam)	Volume Per-15 menit (L)	Fluks (L/m ² .jam)
1	0	0.000	
2	0.25	0.028	
3	0.5	0.018	
4	0.75	0.015	
5	1	0.012	5.10
6	1.25	0.010	
7	1.5	0.010	
8	1.75	0.010	
9	2	0.010	

A.2.4 Kadar Air Permeat yang Dihasilkan Pada Proses Pemurnian Minyak Jelantah

Tabel A.2.8 Data kadar air permeat proses pemurnian minyak jelantah.

Laju alir $\frac{mL}{menit}$	Waktu (15 menit) Ke-								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	0.251	0.201	0.199	0.199	0.199	0.198	0.197	0.196	0.193
7	0.251	0.200	0.199	0.199	0.198	0.197	0.196	0.193	0.191
8	0.251	0.200	0.199	0.199	0.198	0.198	0.196	0.150	0.148
9	0.251	0.199	0.198	0.198	0.198	0.198	0.149	0.100	0.098
10	0.251	0.199	0.195	0.148	0.147	0.100	0.099	0.097	0.050

A.2.5 Selektivitas

$$R = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\%$$

Tabel A.2.9 Data selektivitas terhadap air pada proses pemurnian minyak jelantah.

Laju alir $\frac{mL}{menit}$	% Rejeksi (%)								
	Pasa Waktu (15 menit) Ke-								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	0.000	20.119	20.597	20.636	20.912	21.069	21.651	21.728	23.050
7	0.000	20.478	20.597	20.794	20.951	21.380	21.728	22.939	23.968
8	0.000	20.319	20.636	20.676	21.147	21.069	21.766	40.269	40.918
9	0.000	20.715	21.186	21.147	20.990	21.225	40.684	60.318	60.845
10	0.000	20.873	22.376	41.093	41.325	60.279	60.476	61.413	80.129

A.2.6 Kadar FFA

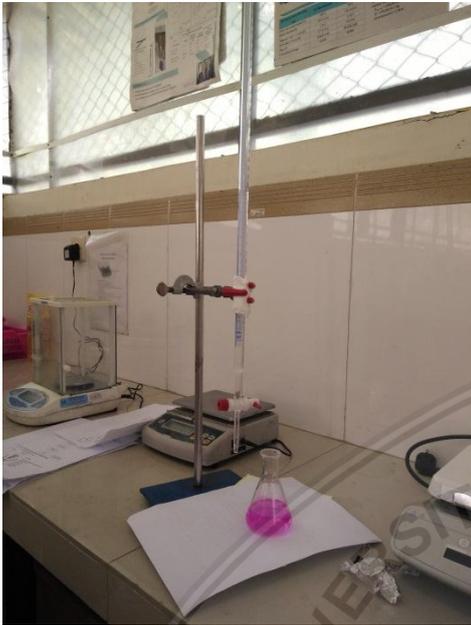
$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{25.6 \times V \times N}{W}$$

Tabel A.2.10 Data FFA pada proses pemurnian minyak jelantah

Laju alir (mL/menit)	Waktu (15 menit) Ke-								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
7	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
8	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
9	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646
10	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646	0.646

LAMPIRAN B
DOKUMENTASI KEGIATAN

B.1 Uji Karakteristik Minyak



Gambar B.1.1 Standarisasi NaOH.

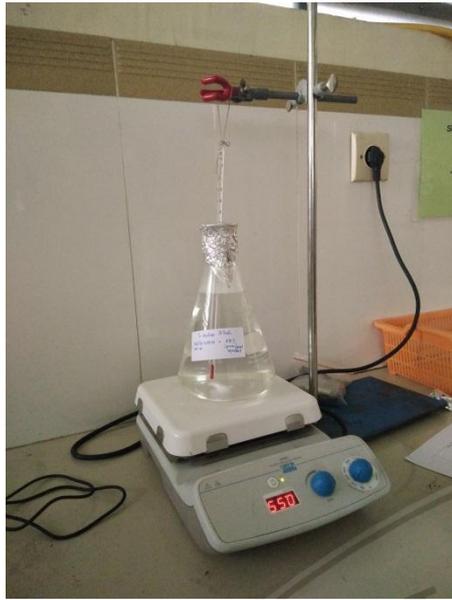


Gambar B.1.2 Hasil uji kadar FFA.



Gambar B.1.3 Pendinginan kruisibel didalam desikator.

B.2 Pembuatan Membran Komposit Silika Hidrofobik



Gambar B.2.1 Pembuatan larutan alkali.



Gambar B.2.2 Proses siliasi.



Gambar B.2.3 Proses perendaman kain dengan larutan silika hidrofobik.

B.3 Pemurnian Minyak Jelantah



Gambar B.3.1 Rangkaian alat pemurnian.

Gambar B.3.2 Hasil pemurnian minyak jelantah.



Gambar B.3.3 Kondisi membran setelah digunakan untuk pemurnian minyak jelantah.



Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP

Andrian Adianto, lahir di Malang pada tanggal 01 Agustus 2018, merupakan anak dari ayah Ir. Sugianto dan Ibu Rr. Prasetyo Pujowati Mengampu pendidikan dasar di SDNP Percobaan 1 Malang, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Malang, dan pendidikan menengah atas di SMAN 3 Malang lulus tahun 2014. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2019. Memiliki pengalaman kerja sebagai mahasiswa PKL di PG Kribet Baru pada tanggal 1 Agustus sampai 31 Agustus tahun 2017

Malang, 9 Mei 2019

Penulis





Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP

Intan Dyah Kartiko Wulan, lahir di Mojokerto, 8 Desember 1995, merupakan anak dari ayah Cahyono Yuli Kartiko dan Ibu Sri Yulia Nawangwulan. Mengampu pendidikan dasar di SDN Sidomulyo 1, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Ngoro, dan pendidikan menengah atas di SMAN Sooko lulus tahun 2013. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun 2019. Memiliki pengalaman kerja sebagai mahasiswa PKL di Petrokimia Gresik pada tanggal 31 Agustus sampai 30 September tahun 2017.

Malang, 9 Mei 2019

Penulis





Halaman ini sengaja dikosongkan