PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MINYAK BIJI ALPUKAT (*Persea americana*) SEBAGAI MEMBRAN DENGAN METODE INVERSI FASA

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

RAIHAN FADHILLA
NIM. 180704012
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR – RANIRY
BANDA ACEH
2022 M / 1443 H

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MINYAK BIJI ALPUKAT (*Persea Americana*) SEBAGAI MEMBRAN DENGAN METODE INVERSI FASA

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Ilmu Kimia

Oleh :
RAIHAN FADHILLA
NIM. 180704012
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh :

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Khairun Nisah, M. Si.	**Muammar Yulian, M. Si.**
NIDN. 2016027902	**NIDN. 2030138801**

Mengetahui,
Ketua Prodi Kimia,

Khairun Nisah, M. Si.
NIDN. 2016027902

جامعة الرانري
AR-RANIRY

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MINYAK BIJI ALPUKAT (*Persea americana*) SEBAGAI MEMBRAN DENGAN METODE INVERSI FASA

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Ar–Raniry Banda Aceh Dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
Dalam Prodi Kimia

Pada Hari/Tanggal : Selasa/ 26 Juli 2022
26 Dzulhijjah 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

(Khairun Nisah, M.Si.)
NIDN. 2016027902

Sekretaris,

(Muammar Yulian, M.Si.)
NIDN. 2030118402

Penguji I,

(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si.)
NIDN. 2027118603

Penguji II,

(Bhayu Gita Bhernama, M.Si.)
NIDN. 2023018901

Mengetahui:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

(Dr. H. Azhar Amsal, M.Pd.)
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Raihan Fadhilla
NIM	:	180704012
Program Studi	:	Kimia
Fakultas	:	Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Pembuatan dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat *(Persea americana)* Sebagai Membran dengan Metode Inversi Fasa

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini;

Bila dikemudian hari data dari tuntunan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh,
Yang menyatakan,

(Raihan Fadhilla)

ABSTRAK

Nama : Raihan Fadhilla
NIM : 180704012
Program Studi : Kimia
Judul : Pembuatan dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (*Persea americana*) Sebagai Membran dengan Metode Inversi Fasa
Tebal Skripsi : 60 Halaman
Pembimbing I : Khairun Nisah, M.Si
Pembimbing II : Muammar Yulian, M.Si
Kata Kunci : Minyak Biji Alpukat, Membran, Inversi Fasa

Minyak biji alpukat memiliki gugus hidroksil yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan membran. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi membran dengan memvariasikan minyak biji alpukat (*Persea americana*) menggunakan metode inversi fasa. Metode inversi fasa memiliki keunggulan lebih mudah dan sederhana pada pembuatan membran. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak biji alpukat 0,25 ; 0,5 ; 0,75 dan 1 %, TDI 0,3 % dan aseton 1 %. Karakterisasi membran dengan tujuan untuk mendapatkan karakteristik membran dilakukan dengan beberapa parameter uji di laboratorium. Terdapatnya gugus N-H menunjukkan poliuretan terbentuk. Hasil karakterisasi menunjukkan membran minyak biji alpukat merupakan membran tidak berpori dengan kekuatan mekanik optimum 7,71 Mpa yang tahan terhadap keadaan garam dan alkohol.

ABSTRACT

Name	:	*Raihan Fadhilla*
NIM	:	*180704012*
Study Program	:	*Chemistry*
Title	:	*Manufacture and Characterization of Avocado Seed Oil (Persea Americana) as Membranes by Phase Inversion Method*
Thesis Thickness	:	*60 Sheet*
Supervisor I	:	*Khairun Nisah, M.Si*
Supervisor II	:	*Muammar Yulian, M.Si*
Keywords	:	*Avocado Seed Oil, Membranes, Phase Inversion*

Avocado seed oil has an hydroxyl group that can be utilized in the manufacture of membranes. This study aims to characterize the membrane by varying the seed oil of avocado (Persea americana) using the phase inversion method. The phase inversion method has the advantage of easier and simpler on the manufacture of membranes. The variation used in this study was avocado seed oil 0.25 ; 0,5 ; 0.75 and 1%, TDI 0.3% and acetone 1%. Characterization of the membrane with the aim of obtaining the characteristics of the membrane is carried out with several test parameters in the laboratory. The presence of the N-H group indicates polyurethane is formed. The characterization results show that the avocado seed oil membrane is a non-porous membrane with an optimum mechanical strength of 7.71 Mpa that is resistant to salt and alcohol states.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadiran Allah Swt yang telah menganugerahkan Al-Qur'an sebagai *hudan linnas* (petunjuk bagi seluruh manusia) dan *rahmatan lil alamin* (rahmat bagi segenap alam) sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad Saw beserta keluarganya, para sahabatnya dan seluruh umatnya yang selalu istiqomah hingga akhir zaman. Dalam kesempatan ini penulis mengambil judul skripsi*"Pembuatan dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (Persea americana) Sebagai Membran dengan Metode Inversi Fasa".* Penulisan skripsi bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan serta untaian doa nya selama ini. Tak lupa penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan menyelesaikan skripsi ini, penulis juga mendapatkan banyak pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berarti. Oleh karena itu, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia dan Dosen Pembimbing satu yang telah membimbing, menasehati dan memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Muammar Yulian, M.Si, selaku pembimbing dua yang telah membimbing, menasehati dan memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku dosen penguji pertama sidang munaqasyah skripsi Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Ibu Bhayu Gita Bhernama, S.Si, M.Si, selaku penguji dua dalam sidang munaqasyah skripsi Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

6. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan kimia leting 2018 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan dorongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala bantuan dan do'a yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini telah dibuat semaksimal mungkin dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca

Banda Aceh, 28 Juni 2022
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	**I**
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	**II**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	**III**
ABSTRAK	**IV**
ABSTRACT	**V**
KATA PENGANTAR	**VI**
DAFTAR ISI	**VIII**
DAFTAR TABEL	**X**
DAFTAR GAMBAR	**XI**
DAFTAR LAMPIRAN	**XII**
BAB I PENDAHULUAN	**1**
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	**4**
2.1 Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana*)	5
2.2 Membran	6
2.2.1 Sifat Membran	6
2.2.2 Pembagian Membran	6
2.2.3 Metode Pembuatan Membran	9
2.3 Membran Poliuretan	10
2.4 *Toluene Diisosianat* (TDI)	12
2.5 Aseton	13
2.6 Karakterisasi Membran	14
2.7 Penelitian Relevan	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18

3.2.1 Alat 18
3.2.2 Bahan 18
3.3 Prosedur Kerja 18
3.4 Karakterisasi Membran 19
3.4.1 Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR)..... 19
3.4.2 Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) 19
3.4.3 Analisis Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) 19
3.4.4 Uji *Swelling* 20
3.4.5 Analisis Ketahanan Kimia 20
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 21
4.1 Hasil Penelitian 21
4.1.1 Hasil Pembuatan Membran 21
4.1.2 Hasil Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 22
4.1.3 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) 23
4.1.4 Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) 24
4.1.5 Hasil Uji *Swelling* 25
4.1.6 Hasil Uji Ketahanan Kimia 25
4.2 Pembahasan 26
4.2.1 Pembuatan Membran 26
4.2.2 Hasil Uji *Fourier Transform Infrared* 27
4.2.3 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) 28
4.2.4 Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) 29
4.2.5 Hasil Uji *Swelling* 30
4.2.6 Hasil Uji Ketahanan Bahan Kimia 30
BAB V PENUTUP 32
5.1 Kesimpulan 32
5.2 Saran 32
DAFTAR PUSTAKA 33
LAMPIRAN 37

AR-RANIRY

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah dan Minyak Biji Alpukat 4
Gambar 2.2 Mekanisme Poliuretan 12
Gambar 2.3 Struktur *Toluena Diisosianat* (TDI) 13
Gambar 4.1 Hasil *Uji Fourier Transform Infrared* (FTIR) 22
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) 24

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Minyak Biji Alpukat 15
Tabel 3.1 Variasi Minyak Biji Alpukat dengan *Toluene diisosianat* dan Aseton 19
Tabel 4.1 Data Hasil Pembuatan Membran Minyak Biji Alpukat 21
Tabel 4.2 Hasil Uji SEM pada Membran Minyak Biji Alpukat 23
Tabel 4.3 Data Hasil Uji *Swelling* pada Membran Minyak Biji Alpukat 25
Tabel 4.4 Data Kehilangan Berat Membran Minyak Biji Alpukat setelah Perendaman dalam Larutan 25

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja 36
Lampiran 2 Minyak Biji Alpukat (*Peresa americana*) TSB *Avocado Oil* ... 37
Lampiran 3 Gambar Hasil Pembuatan Membran 38
Lampiran 4 Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) 40
Lampiran 5 Perhitungan Nilai *Swelling* 41
Lampiran 6 Perhitungan Analisis Ketahanan Bahan Kimia 43

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alpukat merupakan salah satu jenis buah yang terdiri dari 65% daging buah (mesokarp), 20% biji (endocarp) dan 15% kulit buah (perikarp). Minyak alpukat (*Avocado oil)* dapat diperoleh dari ekstraksi biji alpukat. Pramudono *et al.*, (2008) pada penelitiannya memperoleh kadar minyak biji alpukat sebesar 18,11 % sedangkan pada penelitian Prasetyowati *et al.*, (2010) kadar minyak biji alpukat yang diperoleh 17,88 % dari berat sampel yang sama. Minyak alpukat (*Avocado oil)* memiliki kandungan utama trigleserida sebagai penyusun utamanya. Trigleserida tersusun atas tiga molekul asam lemak yang terkombinasikan gliserol. Asam lemak tersebut yaitu asam linoleat hampir dari 50% kadar asam lemak didalam minyak biji alpukat, asam palmitat sekitar 25%, asam oleat 15% dan asam lemak bebas kurang dari 10 % (Fitriani *et al.*, 2016). Penelitian Prasetyowati *et al*., (2010) mengemukakan bahwa minyak biji alpukat memiliki gugus hidroksil. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Marlina (2011) berhasil memanfaatkan gugus hidroksil dari minyak biji alpukat dalam proses pembuatan membran.

Membran didefinisikan sebagai suatu penghalang selektif yang ada diantara dua fasa yaitu umpan dan permeat (Marlina *et al.*, 2017). Terdapat berbagai jenis membran salah satunya membran poliuretan yang merupakan hasil dari reaksi poliol yang berbahan dasar dari alam dengan isosianat. Pemanfaatan membran poliuretan karena memiliki keunggulan energi yang dibutuhkan rendah, penggunaannya dapat kontinu, modulnya dapat digabungkan dengan peralatan lain tidak membutuhkan zat kimia tambahan, serta mampu memisahkan zat yang sensitif terhadap perubahan temperatur (Marlina *et al*., 2017). Terkait pembuatan membran poliuretan Suhendra *et al*., (2013) telah berhasil mensintesis asam lemak teroksidasi minyak inti buah nyamplung melalui proses polimerisasi menggunakan TDI melalui metode inversi fasa dan didapatkan membran berwarna coklat muda, homogen, elastis dan keras.

Ada beberapa teknik yang dapat digunakan pada proses pembuatan membran antara lain *sintering, stretching, track-etching, template leaching*, pelapisan (*coating*), dan inversi fasa (Widayanti, 2013). Umumnya proses pembuatan membran menggunakan metode inversi fasa yaitu perubahan bentuk polimer dari fasa cair menjadi fasa padatan. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mudah dilakukan, pembentukan pori dapat dikendalikan dan dapat digunakan berbagai macam polimer. Pada penelitian Sofyana *et al*., (2020) yang telah dilakukan menggunakan membran terbuat dari selulosa triasetat dengan metode inversi fasa disebutkan bahwa metode ini mudah dilakukan dan pembentukan pori-pori dapat dikendalikan serta berguna pada berbagai macam polimer.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Marlina (2011), mensintesis membran poliuretan dengan cara mereaksikan dan asam lemak yang telah teroksidasi, yang berasal dari minyak jarak dengan 2,4-toluen diisosianat (TDI). Membran yang dihasilkan bersifat transparan, elastis, homogen, kuat, mempunyai titik transisi gelas 127,4 ^{o}C dan kekuatan tarik 41,7 MPa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fitriani *et al* (2016) sintesis membran poliuretan berbasis minyak biji alpukat dan heksametilen 1,6 diisosianat (HMDI) diperoleh membran poliuretan (PU) berhasil disintesis dari minyak biji alpukat sebagai sumber hidroksil (OH) dan heksametilen 1,6 diisosianat (HMDI) sebagai sumber isosianat (NCO). Membran yang dihasilkan berwarna coklat, homogen, keras, kuat dan transparan.

Karakterisasi membran dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat membran yang dihasilkan. Dengan karakterisasi ini didapatkan gambaran efisiensi dan efektifitas dari membran yang telah dibuat. Adapun karakterisasi dari membran diantaranya adalah *fourier transform infrared* (FTIR), *scanning electron microscope* (SEM), uji kekuatan mekanik (uji tarik), *uji swelling* dan uji ketahanan bahan kimia.

Berdasarkan latar belakang diatas maka dilakukan penelitian tentang pembuatan dan karakterisasi minyak biji alpukat (*Persea americana*) sebagai membran dengan metode inversi fasa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat disimpulkan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi minyak biji alpukat (*Persea americana*) pada pembuatan membran dengan menggunakan metode inversi fasa ?
2. Bagaimana karakteristik membran dari minyak biji alpukat (*Persea americana*) dengan menggunakan metode inversi fasa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari rumusan masalah adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi minyak biji alpukat (*Persea americana*) pada pembuatan membran dengan menggunakan metode inversi fasa.
2. Untuk mengetahui karakteristik membran dari minyak biji alpukat (*Persea americana*) dengan menggunakan metode inversi fasa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang pengaruh variasi minyak biji alpukat (*Persea americana*) pada pembuatan membran dengan menggunakan metode inversi fasa.
2. Memberikan informasi karakteristik membran dari minyak biji alpukat (*Persea americana*) dengan menggunakan metode inversi fasa.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Membran berasal dari minyak biji alpukat (*Persea americana*) TSB *avocado oil*
2. Metode yang digunakan dalam pembuatan membran adalah metode inversi fasa.
3. Karakterisasi membran yang digunakan adalah spektrofotometer *fourier transform infrared* (FTIR), *scanning electron microscope* (SEM), analisis kekuatan mekanik (uji tarik) uji *swelling* dan kekuatan bahan kimia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Biji Alpukat *(Persea Americana)*

Alpukat (*Persea americana*) adalah tanaman yang dapat ditemukan didaerah tropis. Buah ini biasanya digunakan untuk konsumsi manusia, tetapi juga telah digunakan sebagai tanaman obat. Di samping daging buahnya, biji alpukat juga memiliki potensi yaitu kandungan proteinnya tinggi dan kandungan minyaknya hampir sama dengan kedelai sehingga biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati (Prasetyowati *et al*., 2010).

Klasifikasi lengkap tanaman alpukat adalah sebagai berikut :

Divisi	: *Spermatophyta*
Anak divisi	: *Angiospermae*
Kelas	: *Dicotyledoneae*
Bangsa	: *Ranales*
Keluarga	: *Lauraceae*
Marga	: *Persea*
Varietas	: *Persea americana*

Gambar 2.1 Minyak Alpukat (TSB *avocado oil*)

Biji alpukat mengandung sekitar 25 % minyak (Risyad *et al*., 2016). Penelitian Pramudono *et al.* (2008), kadar minyak biji alpukat yang diperoleh sebesar 18,11 % sedangkan pada penelitian Prasetyowati *et al* (2010), kadar minyak biji alpukat yang diperoleh 17,88 % dari berat sampel yang sama 50 g (berat kering) dengan menggunakan metode dan pelarut yang sama, yaitu metode

ekstraksi dan pelarut n-heksan. Dalam penelitiannya, menggunakan biji alpukat dari buah yang sudah matang sehingga dapat menghasilkan kandungan minyak yang lebih tinggi. Kadar minyak biji alpukat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu tempat tumbuhnya, tingkat kematangan biji, jenis dan varietas buah alpukat (Prasetyowati *et al.*, 2010). Minyak biji alpukat memiliki rantai karbon yang cukup panjang, bersifat nonpolar dan hidrofobik. Minyak ini juga memiliki kandungan berbagai macam asam lemak jenuh dan tak jenuh serta asam lemak bebas.

Minyak biji alpukat memiliki kandungan asam lemak yaitu asam linoleat sekitar 47%, asam palmiat sebesar 20% dan asam oleat deengan kadar 15 %. Minyak biji alpukat juga mengandung kadar asam lemak bebas kurang dari 10 % dan memiliki kadar yang lebih rendah jika dibandingkan asam lemak lainnya. Perbedaan kadar asam lemak dari minyak biji alpukat dipengaruhi oleh kadar air yang tinggi, selain itu faktor geografis juga dapat mempengaruhi kadar dari minyak biji alpukat (Prasetyowati *et al.*, 2010). Analisis fisika kimia pada biji alpukat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Karakteristik sifat fisika-kimia minyak biji alpukat

Sifat Fisika	**Kuantitas**
Massa jenis relatif	0,915
Titik Leleh	10,5^{o}C
Titik Nyala	245 ^{o}C
Indeks Bias	1,462
Viskositas	0,357 poise
Sifat Kimia	**Kuantitas**
Free Fatty Acid (FFA)	0,367% - 0,82%
Angka penyabunan (mg KOH/g minyak)	246,84
Angka asam (mg KOH/g minyak)	5,2

Angka iod (g iod/100 g)	42,664
Angka peroksida (mek O2/1000g minyak)	3,3

(Rachimoellah *et al*., 2009).

2.2 Membran

Membran berasal dari bahasa latin "membrana" yang berarti kulit kertas. Saat ini kata "membran" telah diperluas untuk menggambarkan suatu lembaran tipis fleksibel atau film, bertindak sebagai pemisah selektif antara dua fase karena bersifat semipermeabel (Widayanti, 2013).

Secara umum membran diartikan sebagai suatu penghalang selektif yang ada diantara dua fasa yaitu umpan dan permeat. Proses pemisahan dengan membran terjadi karena adanya perpindahan materi dari fasa umpan ke fasa permeat yang disebabkan oleh adanya gaya dorong. Gaya dorong dapat berupa gradien suhu, gradien konsentrasi, gradien tekanan dan gradien muatan listrik (Marlina *et al*., 2017).

Keuntungan yang diperoleh dengan teknologi membran yaitu energi yang dibutuhkan cukup rendah, penggunaannya dapat kontinu, modulnya dapat digabungkan dengan peralatan lain tidak membutuhkan zat kimia tambahan, serta mampu memisahkan zat yang sensitif terhadap perubahan temperatur. Membran dapat digunakan berdasarkan kebutuhan, artinya sifat dan kerja membran dapat disesuaikan dengan tujuan penggunaan (Marlina *et al*., 2017).

2.2.1 Sifat Membran

Membran yang sempurna memiliki ciri-ciri atau sifat yang elastis, transparan dan homogen, sifat semipermeabel (Marlina *et al*., 2017).

2.2.2 Pembagian Membran

1. Berdasarkan Jenis

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu :

a. Mikrofiltrasi

Membran mikrofiltrasi berukuran 0,1 sampai 10 mikron (Mulder, 1996). Proses filtrasi dapat dilaksanakan pada tekanan relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi dapat dibuat dari berbagai macam material baik organik

maupun anorganik. Membran anorganik banyak digunakan karena ketahananya pada suhu tinggi. (Widayanti, 2013).

b. Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi berada diantara proses nanofiltrasi dan mikrofiltrasi. Ukuran pori membran berkisar antara 0,01 µm sampai 0,1 nm. Ultrafiltrasi digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya.

c. Nanofiltrasi (NF)

Nanofiltrasi adalah proses pemisahan jika ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi tidak dapat mengolah air seperti yang diharapkan. Nanofiltrasi dapat menghasilkan proses pemisahan yang sangat terjangkau secara ekonomis, tetapi nanofiltrasi belum dapat mengolah mineral terlarut, warna dan salinasi air, sehingga air hasil olahan *(permeate)* masih mungkin mengandung ion monovalen dan larutan dengan pencemar yang memiliki berat molekul rendah seperti alkohol. Pengolahan menggunakan nanofiltrasi pada umumnya menggunakan membran berukuran 10^{-3} -10^{-2} mikron.

***d. Reverse* Osmosis**

Membran *reverse* osmosis (osmosis balik) digunakan untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya. Membran yang lebih *dense* (ukuran pori lebih kecil dan porositas permukaan lebih rendah) dengan tahanan hidrodinamik yang lebih besar diperlukan pada proses ini. Hal ini menyebabkan tekanan operasi pada osmosis balik akan sangat besar untuk menghasilkan fluks yang sama dengan proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Untuk itu pada umumnya, membran osmosis balik memiliki struktur asimetrik dengan lapisan atas yang tipis dan padat serta matriks penyokong dengan tebal 50 sampai 150 µm. Tahanan ditentukan oleh lapisan atas yang rapat (Widayanti, 2013). Ukuran pori pada proses osmosis balik antara 10^{-4} -10^{-3} mikron.

e. Dialisa

Dialisa merupakan proses perpindahan molekul *solute* dari suatu cairan ke cairan lain melalui membran yang diakibatkan adanya perbedaan potensial kimia dari *solute*. Membran dialisa berfungsi untuk memisahkan larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil.

f. Elektrodialisa

Elektrodialisa merupakan proses dialisa dengan menggunakan bantuan gaya dorong potensial listrik. Elektrodialisa berlangsung lebih cepat bila dibandingkan dengan proses dialisa. Proses elektrodialisa sering digunakan pada desalinasi dari *juice*. Proses pemisahan dengan menggunakan membran terdiri dari mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dan osmosis balik. Perbedaan dari ketiga proses tersebut didasarkan pada ukuran pori membran.

2. Berdasarkan Asal

Dilihat dari asalnya, membran dapat dibagi atas membran alami dan membran sintetis (Marlina *et al*, 2017) :

a. Membran alami

Membran alami adalah membran yang terdapat dalam sel makhluk hidup dan terbentuk dengan sendirinya. Membran alami biasanya dibuat dari selulosa dan derivatnya seperti selulosa nitrat dan selulosa asetat. Pada membran poliuretan memanfaatkan poliol sebagai pembentuk poliuretan.

b. Membran sintetis

Membran sintetis adalah membran yang dibuat dari material tertentu. Contoh membran sintetik seperti poliamida, polisulfon dan polikarbonat (Widayanti, 2013). Membran sintetis dibagi menjadi dua yaitu membran organik (antara lain polimer) dan membran anorganik (antara lain keramik).

3. Berdasarkan Kerapatan Pori

Membran digolongkan tiga kelompok, yaitu: (Marlina *et al*., 2017)

a. Membran berpori

Membran jenis ini memiliki ruang terbuka atau kosong, terdapat berbagai macam jenis pori dalam membran. Pemisahan menggunakan membran ini berdasarkan ukuran pori. Selektivitas ditentukan lewat hubungan antara ukuran pori dan ukuran partikel yang dipisahkan. Jenis membran ini biasanya digunakan untuk pemisahan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Berdasarkan ukuran kerapatan pori, membran dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1) Makropori : membran dengan ukuran pori > 50 nm,
2) Mesopori : membran dengan ukuran pori antara 2 – 50 nm,

3) Mikropori : membran dengan ukuran pori < 2 nm (Mulder, 1996).

b. Membran non-pori

Membran non-pori dapat digunakan untuk memisahkan molekul dengan ukuran yang sama baik, baik gas maupun cairan. Membran non-pori berupa lapisan tipis dengan ukuran pori kurang dari 0,001 µm dan kerapatan pori rendah. Membran ini dapat memisahkan spesi yang memiliki ukuran sangat kecil yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori. Membran non-pori digunakan untuk pemisahan gas dan pervaporasi, jenis membran dapat berupa membran komposit atau membran asimetrik, pemisahannya berdasarkan pada kelarutan dan perbedaaan kecepatan difusi dari partikel.

***c. Carrier* Membran (membran pembawa)**

Mekanisme perpindahan massa pada membran jenis ini tidak ditentukan oleh membran atau material dari membran, tetapi ditentukan oleh molekul pembawa yang spesifik yang memudahkan perpindahan spesifik terjadi. Ada dua konsep mekanisme perpindahan dari membran jenis ini yaitu: *carrier* tidak bergerak di dalam matriks membran atau *carrier* bergerak ketika dilarutkan dalam suatu cairan. Selektivitas terhadap suatu komponen sangat tergantung pada sifat molekul *carrier*. Selektivitas yang tinggi dapat dicapai jika digunakan *carrier* khusus. Komponen yang akan dipisahkan dapat berupa gas atau cairan, ionik atau non-ionik.

2.2.3 Metode Pembuatan Membran

Teknik yang banyak digunakan dalam pembuatan membran yaitu sebagai berikut (Marlina *et al.*, 2017) :

1. Inversi Fasa

Metode ini diperkenalkan oleh Loeb-Sourirajan dengan cara penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat kaca. Prosedur pencetakan membran ini dilakukan pada ruang tertutup yang bebas debu dan aliran udara. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses ini adalah komposisi polimer dan pelarut, bahan aditif (*swelling agent*), temperatur inversi, dan waktu curing.

2. Ikatan Silang

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pembuatan membran rapat yaitu dengan membuat ikatan silang antara polimer dengan zat pengikat silang. Proses

ini dapat dilakukan dengan mencampurkan polimer dan zat pengikat silang dalam pelarut yang sesuai dalam keadaan basah, atau dengan pemanggangan (proses kering) menggunakan uap pengikat silang. Ikatan silang dapat juga dihasilkan dengan cara film yang didapatkan dengan cara inversi fasa dipaparkan dalam medan radiasi (misalnya sinar UV) untuk membuat pusat-pusat aktif, kemudian dicelupkan dalam wadah yang berisi monomer yang akan ditempelkan, maka membran rapat bisa dihasilkan. Pada dasarnya proses ikatan silang adalah proses pembentukan ikatan kovalen yang mempunyai energi ikatan besar, sehingga sulit untuk diputus. Suatu ikatan silang mengikat tiap molekul yang akan menghasilkan struktur tiga dimensi (3D) yang mempunyai sifat tidak dapat larut dan kuat.

3. Polimerisasi Plasma

Lapisan yang didapatkan sangat tipis dengan ketebalan 50 nm, konsentrasi monomer dan tekanan tinggi dikontrol dengan cermat untuk mendapatkan ketebalan yang merata. Beberapa faktor yang penting dalam mengontrol ketebalan membran yaitu waktu polimerisasi, tekanan vakum, kecepatan aliran gas, tekanan gas. Struktur polimer yang dihasilkan umumnya sulit untuk dikontrol dan sering berikatan silang.

4. Proses Peringatan Beku (*Freeze Drying*)

Dalam proses pengeringan beku, membran yang telah didapatkan dengan proses inversi fasa dimasukkan ke dalam cairan dingin seperti heksana (60°C), dibekukan dengan cepat dalam garam dan es. Pelarut disublimasikan pada tekanan di bawah titik *triple* dengan menaikkan temperatur dan tekanan dengan perlahan. Kondisi pada saat proses pengeringan beku berlangsung merupakan faktor yang penting untuk mendapatkan membran dengan fluks yang tinggi.

2.3 Membran Poliuretan

Membran poliuretan berasal dari senyawa poliol dan isosianat. Poliol merupakan senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (OH) lebih dari satu dan dalam industri material sangat luas digunakan baik sebagai bahan pereaksi maupun bahan aditif. Senyawa poliol dapat diperoleh langsung dari alam seperti amilum, selulosa, sukrosa, dan lignin ataupun hasil olahan industri kimia. Poliol dari minyak nabati telah banyak dikembangkan untuk menggantikan petroleum berbasis poliol dalam pembuatan poliuretan dan poliester, juga telah banyak

digunakan sebagai bahan pemlastis dalam matrik polimer untuk menghasilkan suatu material (Maharani, 2014). Rohaeti *et al*., (2003) membuktikan bahwa semakin tinggi bilangan hidroksil yang dimiliki sebagai sumber poliol dalam sintesis poliuretan semakin tinggi pula sifat termal dan sifat mekanik poliuretan yang dihasilkan.

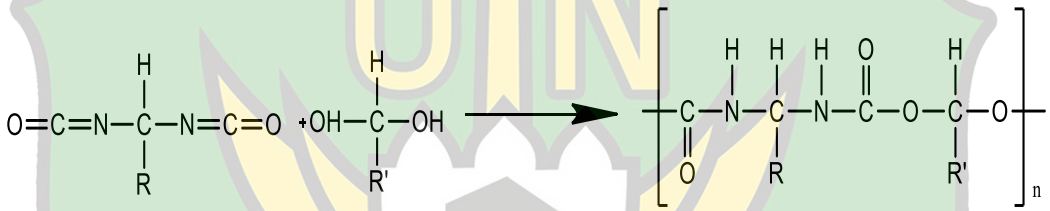
Poliuretan merupakan polimer yang mengandung gugus fungsi uretan (NHCOO) dalam rantai utamanya. Gugus uretan terbentuk dari reaksi antara gugus hidroksil (OH) dan isosianat (NCO) dengan jumlah lebih dari satu. Reaksi pembentukan poliuretan dari gugus hidroksil dan isosianat ini disebut dengan reaksi polimerisasi. Menurut Marlina (2007), pada kondisi 100°C dan waktu 5 menit merupakan kondisi yang optimum untuk pembuatan poliuretan dari poliol asam lemak.

Poliuretan merupakan bahan polimer yang memiliki gugus fungsi uretan (NHCOO) dalam rantai utama polimer. Gugus fungsi uretan dihasilkan dari reaksi antara senyawa yang mengandung gugus hidroksil (OH) dengan senyawa yang mengandung gugus isosianat (NCO) (Nababan, 2019).

Membran poliuretan baru dipelajari oleh Akabori dan Fujimoto tentang ketebalan membran dan metoda pengukurannya serta hubungan kedua parameter tersebut dengan sifat-sifat fisiknya. Dari hasil penelitian mereka didapatkan bahwa ketebalan sel membran busa poliuretan yang kaku rata-rata adalah 1,06 µm dan berbentuk lonjong, metode penentuannya adalah menggunakan metode mikroskop optik sederhana. Membran poliuretan dapat dibuat dengan mereaksikan bahan dasar polimer poliuretan dengan pelarut yang mempunyai parameter kelarutan yang sama atau hampir sama dengan poliuretan, atau dengan pencetakan langsung dari bahan polimer. Sedangkan polimer poliuretan poliadisi berbagai bahan baku baik mono maupun polimer dan isosianat, diantaranya adalah polietilen glikol (PEG), asam laktat, sejumlah asam nukleat, fenol, karbonimida, dan residu gula. Bahan dasar tersebut direaksikan dengan berbagai jenis isosianat, antara lain toluena diisosianat (TDI), metilen difenil isosianat (MDI), dan polimer isosianat (PMDI) (Marlina *et al*. 2017). Membran poliuretan ialah polimer yang mudah disesuaikan dengan penggunaannya serta sukar disamai dengan polimer

lain seperti kekuatan regangan, kekerasan, ketahanan gesekan dan ketahanan pelarut (Nababan, 2019).

Salah satu sifat membran poliuretan yang baik adalah kemampuannya diubah menjadi busa, bahan pembusa seperti air, halokarbon tertentu seperti 1,1,1,3,3-penta fluoro propana serta 1,1,1,2-tetra fluoro etana, dan hidrokarbon seperti n-pentana, bisa ditambahkan sebagai arus bantu. Dalam bahan pembusa ditambahkan air yang bereaksi dengan isosianat untuk menghasilkan gas karbon dioksida, yang mengisi dan mengembangkan sel yang diciptakan dalam proses pencampuran. Pengaruh perbandingan jumlah Gliserol, PEG 1000 dan MDI pada sintesis poliuretan akan peningkatan sifat mekaniknya, Komposisi paling maksimal diperoleh pada perbandingan PEG 1000 : Gliserol : MDI sebesar 3 : 1 : 2, dengan kekuatan tarik adalah 41,16 N/m^2 dan perpanjangannya 61,88% dan kekuatan lentur adalah 657,6 N/m^2 (Sutiani *et al*., 2013).

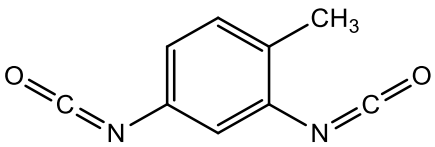


Gambar 2.2 Mekanisme Poliuretan
Sumber : Marlina (2011)

2.4 *Toluene Diisosianat* (TDI)

Isosianat merupakan komponen dasar utama dari polimer poliuretan. Isosianat merupakan sumber gugus N=C=O (NCO) yang bisa bereaksi dengan gugus hidroksil dari poliol, air, dan peng crosslink dalam pembentukan busa (Li, 2012). Isosianat dapat mempengaruhi sifat membran yang dihasilkan. Salah satu isosianat yang digunakan adalah *Toluene diisosianat* (TDI) (Marlina *et al*, 2017).

TDI memiliki ciri fisik tak berwarna hingga kucing pucat, cairan atau dapat juga dijumpai padatan atau kristal dengan bau tajam dan pedas serta peka terhadap uap. Beberapa pelarut yang larut dalam TDI diantaranya Dietil eter, Aseton dan pelarut organik lainnya. TDI juga mudah bereaksi dengan air, alkohol dan asam.Umumnya tersedia sebagai campuran 2,4- dan 2,6-TDI dengan rasio 80 % dan 20% atau 65% dan 35 % (Hartaya, 2011).

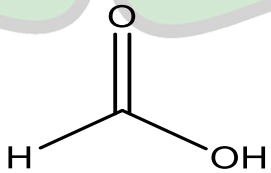


Gambar 2.2 Struktur *Toluene Diisosianat*

Marlina *et al*., (2017) telah mengembangkan pembuatan membran poliuretan untuk meningkatkan kekuatan tarik dengan memanfaatkan dari minyak jarak yang telah teroksidasi, direaksikan dengan 2,4-toluen diisosianat (TDI) menghasilkan 41,7 MPa. Pada tahun 2010 mensintesis membran poliuretan dari karagenan dan 2,4-toluen diisosianat (TDI), meningkatnya kekuatan tarik membran menjadi 340 Mpa.

2.5 Aseton

Aseton merupakan keton sederhana yang digunakan sebagai pelarut polar dalam kebanyakan reaksi organik. Beberapa nama lain Aseton dimetil keton, 2-propanon, atau propan-2-on. Aseton didefinisikan sebagai senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Aseton memiliki gugus karbonil yang mempunyai ikatan rangkap dua karbon-oksigen terdiri atas satu ikatan σ dan satu ikatan π. Aseton memiliki beberapa sifat fisis diantaranya 60 g/mol, titik didih 56,53^{o}C, titik lebur -94,9^{o}C, densitas 0,79 g/cm^{3} dan viskositas 0,32 Cp pada 20°C. Aseton merupakan reduktor yang lebih lemah daripada aldehid, menghasilkan alkohol sekunder, bersifat polar merupakan beberapa sifat kimia dari aseton. Di Dalam kehidupan sehari hari aseton dimanfaatkan sebagai pelarut polar, sebagai cairan pembersih dan berbagai pelarut lainnya di bidang industri (Kamulyan *et al*., 2018).



Gambar 2.4 Struktur Aseton

2.6 Karakterisasi Membran

Karakterisasi suatu membran bertujuan untuk mengetahui kinerja yang baik dari suatu membran terhadap suatu larutan umpan tertentu. Hal utama yang menentukan karakteristik suatu membran adalah perselektivitas dan permeabilitas yang ditentukan oleh nilai fluks dan selektivitas membran terhadap suatu senyawa standar tertentu. Disamping itu, karakterisasi terhadap bahan penyusun membran dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia bahan tersebut, yang selanjutnya dapat menentukan sifat dan kinerja membran (Marlina *et al*, 2017).

a. Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Spektrofotometer FTIR merupakan metode pengukuran dari jumlah radiasi yang diserap oleh senyawa pada berbagai panjang gelombang. Dari spektrum FTIR didapat informasi yang berguna tentang gugus fungsi di dalam struktur suatu molekul (Lusiana *et al.*, 2018). Spektrofotometer FTIR memiliki manfaat untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks, spektrum yang kompleks dikarenakan terdiri dari banyak puncak yang menandakan adanya gugus fungsi yang ditandai dengan bilangan gelombang (Aprianto, 2018).

b. Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM merupakan suatu metode untuk membentuk bayangan daerah mikroskopis permukaan sampel. Pengamatan menggunakan SEM diperlukan untuk melihat struktur penampang lintang maupun permukaan membran. Jika seberkas elektron ditembakkan pada permukaan spesimen, maka sebagian dari elektron itu akan dipantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan. Jika permukaan spesimen tidak rata atau terdapat lubang-lubang, maka tiap-tiap bagian tersebut akan memantulkan elektron dengan jumlah dan arah berbeda. Gambar permukaan spesimen akan diperoleh bila elektron yang dipantulkan di atas ditangkap oleh detektor dan diteruskan ke sistem layar (Callister, 2003).

c. Analisis Kekuatan Mekanik (Uji Tarik)

Uji kekuatan mekanik merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui kuat tarik dan daya lentur dari suatu membran. Uji kekuatan mekanik dilakukan untuk

mengetahui kekuatan membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak membran (Yunianti *et al*., 2012).

d. Uji *Swelling*

Uji *Swelling* digunakan untuk mengetahui berapa kapasitas membran menyerap air. Uji ini dilakukan dengan cara membran hasil sintesis ditimbang didapatkan massa membran (Wd) kemudian membran direndam dalam akuades dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan didapatkan massa akhir membran (Ws) (Nababan, 2019).

$$SI = \frac{Ws - Wd}{Wd}\ x\ 100\%$$

Keterangan :

Ws = berat akhir swelling

Wd = berat awal

e. Ketahanan Bahan Kimia

Ketahanan bahan kimia diuji dengan cara merendam membran pada beberapa bahan kimia. Sampel membran dipotong melingkar dengan diameter 2,3 cm, dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C selama 15 menit, didinginkan dan ditimbang sebagai berawat awal (Wt_0), dimasukkan pada masing-masing larutan kimia yang akan diuji, kemudian ditutup dan disimpan selama 7 hari. Setelah 7 hari, sampel diambil, lalu dicuci menggunakan aquades, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C selama 15 menit, lalu kemudian didinginkan dan ditimbang (Wt_7) (Nurman *et al.*, 2015).

$$\%\ \text{kehilangan berat} = \frac{Wt_0 - Wt_7}{Wt_0}\ x\ 100\%$$

Keterangan :

Wt_0 = berat awal membran

Wt_7 = berat akhir setelah 7 hari perendaman

2.7 Penelitian yang Relevan

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fitriani *et al*., (2016) dengan judul sintesis membran poliuretan berbasis minyak biji alpukat (*avocado seed oil*) dan Heksametilen-1,6-diisosianat (HMDI) menghasilkan membran poliuretan (PU) yang berwarna coklat, homogen, keras, kuat dan transparan. Pada penelitian ini metode yang digunakan ialah metode polimerisasi dengan memvariasikan HMDI sebagai sumber isosianat (-NCO) dan minyak biji alpukat sebagai sumber –OH.Waktu optimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan membran adalah 15 menit untuk polimerisasi dan 48 jam untuk waktu curing.

Penelitian Marlina (2011), mensintesis membran poliuretan dengan cara mereaksikan dan asam lemak yang telah teroksidasi, yang berasal dari minyak jarak dengan 2,4-Toluen diisosianat (TDI). Membran yang dihasilkan bersifat transparan, elastis, homogen, kuat, mempunyai titik transisi gelas 127,4^{o}C dan kekuatan tarik 41,7 MPa. Marlina (2011) pada penelitiannya menjelaskan bahwa membran dari asam lemak teroksidasi melalui proteksi metilasi mempunyai sifat kimia dan mekanik yang lebih baik daripada membran dari tanpa perlakuan atau tanpa proteksi.

Suhendra *et al*., (2013) melakukan penelitian sintesis poliuretan asam lemak teroksidasi minyak inti buah nyamplung melalui proses polimerisasi menggunakan *Toluene diisosianat*. Dalam penelitian ini, minyak inti buah nyamplung dijadikan poliol yang kemudian direaksikan dengan *Toluene diisosianat* (TDI) melalui metode inversi fasa untuk mendapatkan poliuretan. Perbandingan poliol dari minyak inti buah nyamplung dengan TDI sebagai sumber gugus isosianat 1,2 : 0,49 merupakan perbandingan yang efektif untuk pembuatan membran. Hasil karakterisasi menunjukkan membran berwarna coklat muda, homogen, elastis dan keras.

Penelitian sintesis poliuretan melalui polimerisasi Difenil Metana 4,4 Diisosianat (MDI) dengan poliol hasil hidroksilasi minyak biji alpukat dilakukan oleh Nababan (2019) menunjukkan poliuretan yang dihasilkan dari polimerisasi antara poliol minyak biji alpukat dengan MDI menghasilkan poliuretan yang berbentuk fisik padat keras dan dalam perbandingan masing-masing dari rasio poliol : MDI = 9 : 1 dengan proses polimerisasi. Nababan (2019) juga

menambahkan bahwa penambahan MDI berlebih akan membentuk rantai uretan semakin banyak yang mengakibatkan poliuretan yang dihasilkan semakin kaku dan rapuh.

Studi awal pembuatan membran poliuretan yang dilakukan oleh Yatmani *et al* (2018) dengan memvariasikan jumlah mmol PEG : TDI dengan perbandingan (10:14, 10:16, 10:18, 10:20, 10:22 dan 10:24) menunjukkan semakin tinggi konsentrasi TDI maka membran yang dihasilkan semakin kuat, keras, kaku dan berbuih yang disebabkan oleh bagian keras (*hard segment*) dari poliuretan yang terbentuk lebih banyak dari pada bagian lunak (*soft segment*). Kualitas membran yang baik diperoleh dari variasi PEG : TDI (10:20) yaitu membran bersifat elastis, kuat dan homogen tidak membentuk pori atau gelembung baik pada suhu sekitar 30°C. Karakterisasi membran dilakukan dengan uji fluks, analisis SEM (*Scanning Electron Microscope*), uji sudut kontak serta analisis gugus fungsi membran menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Hasil karakterisasi dengan spektroskopi FTIR menunjukkangugus uretan(–NHCOO-) terbentuk pada daerah bilangan gelombang 1536-1601 cm^{-1}.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 28 Februari sampai 29 Juni 2022. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium lainnya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *scanning electron microscope-energy dispersive X-Ray* (SEM) (FEI: *Inspect-SSO*), alat uji tarik (*control komputer series 10-100 KN*), spektrofotometer *fourier transform infrared* (FTIR) *(Perkin elmer)*, matriks kaca untuk mencetak membran, peralatan kaca pada laboratorium, timbangan digital (*BEL engineering*), oven, *hot plate* (DLAB) dan *magnetic stirrer*.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah TDI sebagai pereaksi pada pembuatan membran, minyak alpukat (*Persea americana*) TSB *avocado oil* sebagai bahan utama dalam pembuatan membran dan aseton sebagai pelarut. Aquades, Natrium klorida 10 % (NaCl), Kalium hidroksida 3% (KOH), Asam sulfat 3% (H_2SO_4) dan Metanol 25 % untuk karakterisasi membran.

3.3 Prosedur Kerja

Pembuatan membran dilakukan menggunakan metode inversi fasa. Membran dibuat dari campuran minyak biji alpukat (*Persea americana)*, TDI dan aseton dengan perbandingan sesuai dengan Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Variasi Minyak Biji Alpukat dengan TDI dan Aseton

No.	Membran	Variasi (%)		
		Minyak Biji Alpukat	TDI	Aseton
1.	A	0,25	0,3	1
2.	B	0,5	0,3	1
3.	C	0,75	0,3	1
4.	D	1	0,3	1

Minyak biji alpukat dan TDI dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai campuran tersebut homogen selama 60 menit dengan suhu 45°C, ditambahkan aseton sebagai pelarut dan distirer selama 10 menit, larutan *dope* kemudian dituangkan diatas kaca dan diratakan. Campuran kemudian didiamkan selama 2 hari di dalam oven dengan suhu 40°C.

3.4 Karakterisasi Membran

3.4.1 Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Analisis gugus fungsi membran menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR), dilakukan di Laboratorium Kimia Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

3.4.2 Scanning Electron Microscope (SEM)

Struktur morfologi membran dilihat menggunakan *scanning x-ray* (SEM-EDX), dilakukan di Laboratorium Pusat Survei Geologi, Bandung.

3.4.3 Analisis Kekuatan Mekanik (Uji Tarik)

Kekuatan mekanik membran diuji dengan alat uji (*Control komputer series 10-100 KN*) di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Banda Aceh.

3.4.4 Uji *Swelling*

Uji *Swelling* digunakan untuk mengetahui berapa kapasitas membran menyerap air. Uji ini dilakukan dengan cara membran hasil sintesis ditimbang didapatkan massa membran (Wd) kemudian membran direndam dalam aquades

dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan didapatkan massa akhir membran (Ws).

$$SI = \frac{Ws - Wd}{Wd} \; x \; 100\%$$

Keterangan :

Ws = berat akhir *swelling*

Wd = berat awal

(Nababan, 2019).

3.4.5 Analisis Ketahanan Kimia

Ketahanan kimia diuji dengan cara merendam membran pada beberapa bahan kimia. Sampel membran dipotong melingkar dengan diameter 2,3 cm, dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C selama 15 menit, didinginkan dan ditimbang sebagai berat awal (Wt_0), dimasukkan pada masing-masing larutan garam, asam, basa dan alkohol (NaCl 10%, KOH 3%, H_2SO_4 3% dan metanol 25%), ditutup dan disimpan selama 7 hari. Setelah 7 hari, sampel diambil, dicuci menggunakan aquades, dikeringkan dalam oven pada suhu 115°C selama 15 menit, didinginkan dan ditimbang (Wt_7) (Nurman *et al.*, 2015).

$$\% \text{ kehilangan berat} = \frac{Wt_0 - Wt_7}{Wt_0} \text{ x } 100\%$$

Keterangan :

Wt_0 = berat awal membran

Wt_7 = berat akhir setelah 7 hari perendaman

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

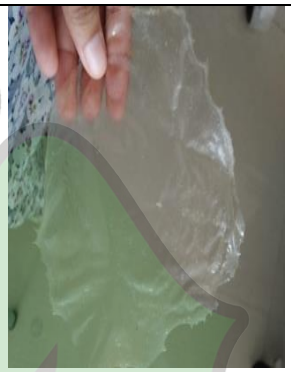
4.1.1 Hasil Pembuatan Membran

Data hasil pembuatan membran minyak biji alpukat dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Pembuatan Membran Minyak Biji Alpukat

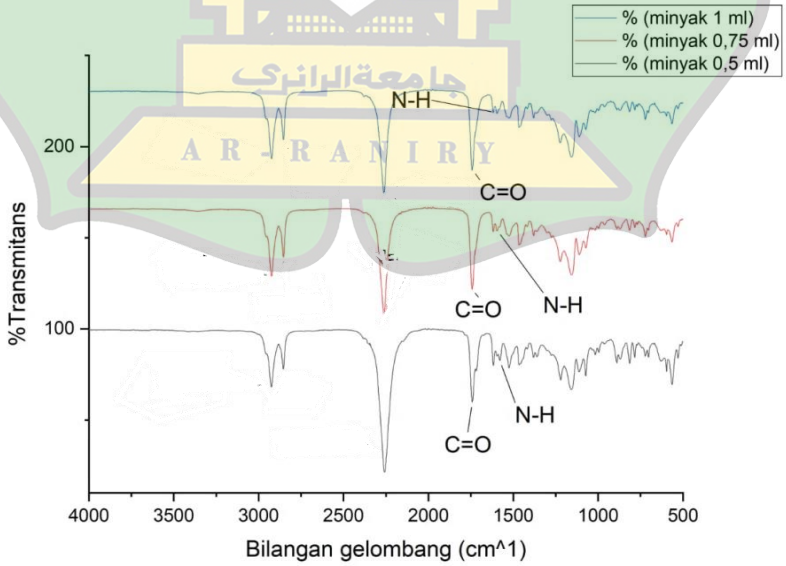
No.	Membran	Hasil	
1.	A	Tidak membentuk membran, larutan *dope* menjadi serbuk putih	
2.	B	Membran keras, susah dilepaskan dari matriks kaca, elastis dan transparan	

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

3.	C	Membran keras,elastis dan transparan	
4.	D	Membran keras dan berminyak	

4.1.2 Hasil Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Hasil uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dari membran minyak biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.

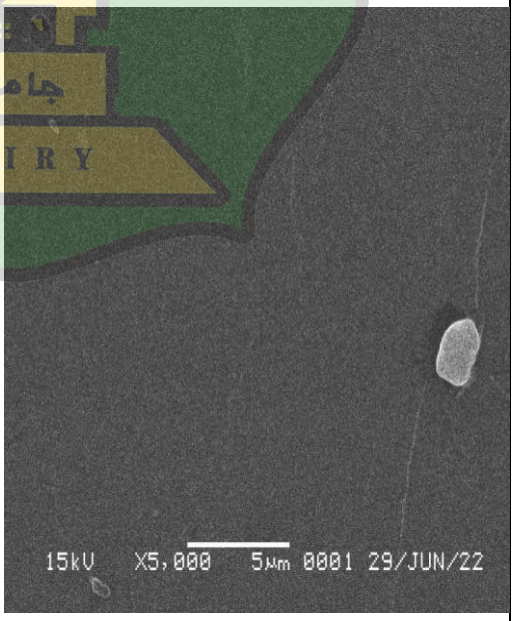


Gambar 4.1 Spektrum FTIR Membran Minyak Biji Alpukat

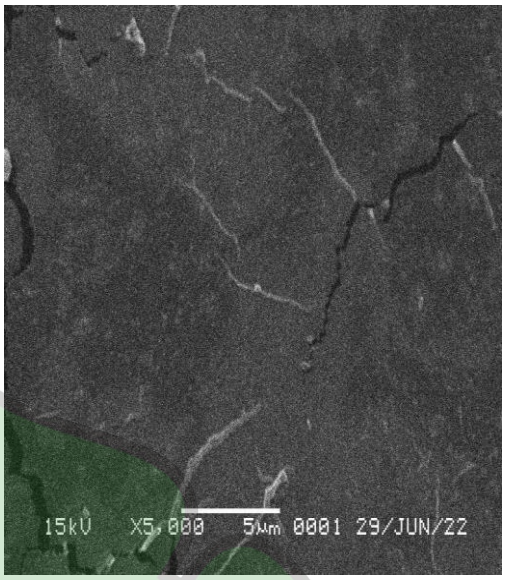
4.1.3 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Gambar hasil uji SEM pada membran minyak biji alpukat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Uji SEM pada Membran Minyak Biji Alpukat

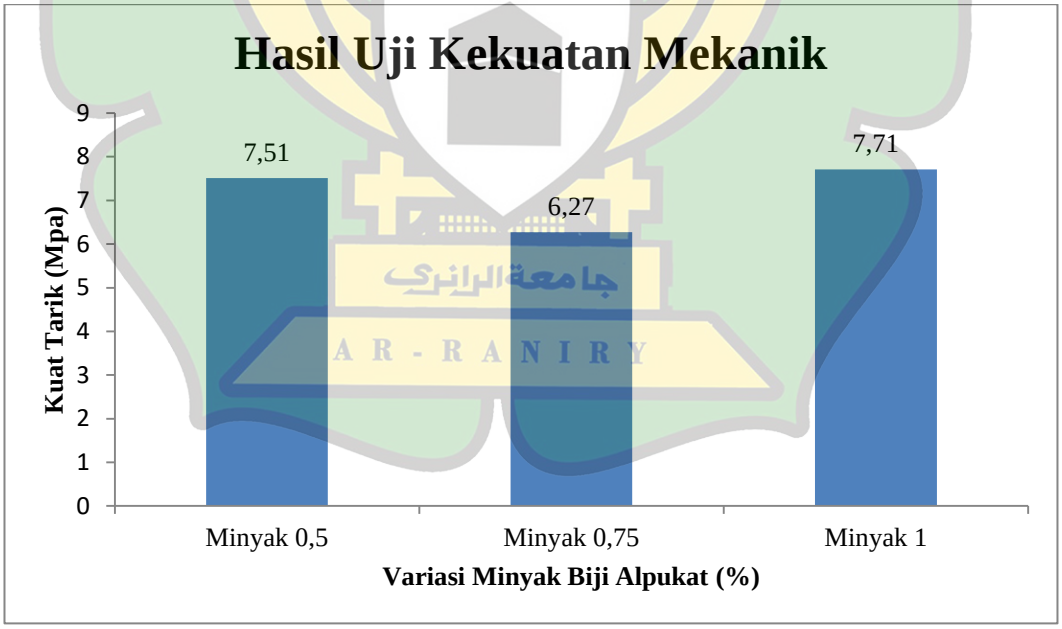
Membran	Hasil	
A	Larutan *dope* tidak membentuk membran	-
B	Membran memiliki permukaan yang rata,membran padat	
C	Membran memiliki permukaan yang rata,membran padat	

جامعة الرانري
AR-RANIRY

D	Membran memiliki permukaan yang tidak rata,membran padat	

4.1.4 Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik)

Grafik hasil uji kekuatan mekanik (uji tarik) pada membran minyak biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik) Membran Minyak Biji Alpukat

4.1.5 Hasil Uji *Swelling*

Data hasil uji *swelling* pada membran minyak biji alpukat yang telah direndam menggunakan aquades dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data Hasil Uji *Swelling* pada Membran Minyak Biji Alpukat

No.	Membran	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Derajat *Swelling* (%)
1.	A	-	-	-
2.	B	0,0575	0,4282	645
3.	C	0,0509	0,3806	647
4.	D	0,0452	0,3042	573

4.1.6 Hasil Uji Ketahanan Bahan Kimia

Data hasil uji ketahanan bahan kimia pada setiap membran minyak biji alpukat yang telah direndam menggunakan larutan NaCl 10%, KOH 3%, metanol 25%, dan H_2SO_4 3%, dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Kehilangan Berat Membran Minyak Biji Alpukat setelah Perendaman dalam Larutan

No.	Membran	Larutan	Berat Awal (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Kehilangan Berat (%)
1.	A	-	-	-	-
2.	B	NaCl	0,0305	0,0297	2,6
3.	C	NaCl	0,0342	0,0304	11,1
4.	D	NaCl	0,0328	0,0282	14
5.	A	KOH	-	-	-

6.	B	KOH	0,0286	Larut	Larut
7.	C	KOH	0,0353	0, 0011	96,8
8.	D	KOH	0,0311	0,0011	96,4
9.	A	Metanol	-	-	-
10.	B	Metanol	0,0273	0,0265	2,9
11.	C	Metanol	0,0322	0, 0242	2,48
12.	D	Metanol	0,0366	0, 0347	5,1
13.	A	H_2SO_4	-	-	-
14.	B	H_2SO_4	0,0337	0, 0109	67,6

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembuatan Membran

Pembuatan membran berbahan dasar dari bahan alam yaitu minyak biji alpukat. Gugus hidroksil yang terkandung di dalam minyak biji alpukat dimanfaatkan untuk pembuatan membran. Minyak alpukat direaksikan dengan TDI sebagai sumber isosianat dengan variasi pada Tabel 3.1 kemudian ditambahkan 1 ml aseton sebagai pelarut dan distirer selama 60 menit pada suhu 45°C. Kemudian dituang larutan *dope* diatas plat kaca dan dioven selama 48 jam. Variasi antara gugus hidroksil dari senyawa poliol dengan gugus sianat dari senyawa diisosianat yang digunakan merupakan salah satu faktor penentu yang mempengaruhi sifat- sifat poliuretan yang terbentuk (Ginting, 2010).

Variasi yang digunakan untuk pembuatan membran tampak pada Tabel 4.1 dimana pada membran A membran tidak dapat terbentuk tetapi menghasilkan larutan *dope* yang keras dan pada saat pengelupasan menjadi serbuk. Pada membran B larutan *dope* dapat membentuk membran yang keras tetapi sulit dilepas dari plat kaca. Membran C dapat dikelupas dengan mudah dari plat kaca dan memiliki sifat fisik yang homogen, hal ini menandakan reaksi telah

berlangsung sempurna. Pada membran D tampak hasil membran yang keras namun berminyak. Hal ini disebabkan oleh jumlah minyak yang cukup tinggi sehingga TDI tidak dapat terdisfusi secara sempurna. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitriani *et al*., (2016) konsentrasi isosianat yang sedikit menyebabkan isosianat tidak terdistribusi secara sempurna untuk proses ikat silang dengan gugus OH. Pada penggunaan isosianat yang tinggi maka menghasilkan membran yang keras, rapuh dan mudah sobek. Hal ini disebabkan karena *hard segment* yang terbentuk dari membran lebih banyak dibandingkan dengan bagian *soft segment*. Hasil optimum pembuatan membran poliuretan dar minyak alpukat yaitu pada komposisi isosianat dengan minyak biji alpukat 1,8:5 (b/v) (Fitriani *et al*., 2016).

Kenaikan temperatur menyebabkan TDI menjadi lebih reaktif, sehingga reaksi sangat cepat membentuk ikatan silang pada membran, yang menyebabkan udara terperangkap di dalamnya sehingga membentuk busa (Marlina, 2010). Pada penelitian yang telah dilakukan adanya gelembung gelembung kecil dalam larutan *dope* yang dapat mengganggu hasil membran sehingga ditambahkan aseton sebagai pelarut untuk menghilangkan gelembung gelembung tersebut.

4.2.2 Hasil Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Analisis FTIR bertujuan untuk menentukan struktur material membran dengan informasi penting tentang gugus fungsi molekul (Humairo, 2015). Gugus N-H merupakan gugus yang terdapat di dalam poliuretan. Pada penelitian yang telah dilakukan tampak pada Gambar 4.1 terdapat gugus N-H pada rentang bilangan gelombang 1618 cm^{-1} . Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa ikatan uretan ditandai dengan adanya serapan terhadap ikatan N-H pada bilangan gelombang 1540 cm^{-1}. Tidak ada serapan OH pada rentang 3750 – 3000 cm^{-1} dan gugus NCO menandakan reaksi poliol dan isosianat telah berlangsung sempurna. Hal ini berkesesuaian dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurman *et al* (2015) bahwa tidak terdapatnya serapan NCO pada bilangan gelombang 2280 cm^{-1} untuk spektrum membran poliuretan menunjukkan bahwa isosianat (NCO) bereaksi dengan minyak biji karet membentuk uretan.

Studi awal pembuatan membran poliuretan yang dilakukan oleh Yatmani *et al*., (2018) dengan memvariasikan jumlah mmol PEG : TDI dan melakukan

karakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk. Hasil karakterisasi dengan spektroskopi FTIR menunjukkan gugus uretan (NHCOO) terbentuk pada daerah bilangan gelombang 1536-1601 cm^{-1}. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitriani *et al*., (2016) minyak biji alpukat memiliki serapan pada bilangan gelombang 1739,616 cm^{-1} merupakan serapan yang berasal dari gugus C=O ester dari senyawa asam lemak.

4.2.3 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Karakterisasi SEM bertujuan untuk menentukan morfologi dari permukaan membran yang terbentuk dan mengetahui ukuran pori porinya (Sukirno *et al*., 2017). Pada penelitian ini dilakukan perbesaran 5000x dan hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.4 dimana membran minyak biji alpukat dengan variasi 1 ml memiliki permukaan yang lebih kasar jika dibandingkan membran dengan variasi lainnya. Permukaan yang kasar dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya akibat pengelupasan membran dari plat kaca, pengadukan larutan *dope* yang kurang maksimal atau dapat pula disebabkan oleh kadar minyak yang cukup tinggi dibandingkan TDI sehingga TDI tidak mampu mengikat minyak dengan sempurna.

Penelitian sebelumnya Fitriani *et al*., (2016) pemanfaatan minyak alpukat sebagai membran poliuretan dengan HMDI menghasilkan membran yang dapat diaplikasikan sebagai penyaring air dari beberapa logam berat. Hasil karakterisasi pada uji SEM disebutkan bahwa gambar memiliki permukaan yang tidak rata dikarenakan proses pencetakan membran dilakukan secara manual dan waktu polimerisasi 15 menit, sehingga ketebalan permukaan yang terbentuk tidak sama, juga terdapat lubang yang menandakan larutan belum larut sempurna pada saat pembuatan larutan *dope*. Sama halnya pada penelitian Cahya (2012), menjelaskan bahwa larutan *dope* tidak larut sempurna (tidak homogen) menyebabkan morfologi membran akan terlihat tidak merata.

Membran minyak biji alpukat dengan variasi 0,5 dan 0,75 memiliki permukaan yang cukup rata. Hal ini dimungkinkan oleh minyak biji alpukat telah bereaksi sempurna dengan TDI. Sesuai dengan jurnal yang menyebutkan bahwa dari membran poliuretan merupakan membran yang membran padat (*dense*) atau

tidak terlihat adanya struktur pori pada bagian *cross section* membran (Nurman *et al*., 2015).

4.2.4 Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik)

Uji kekuatan mekanik dilakukan untuk mengetahui kekuatan membran terhadap gaya yang berasal dari luar yang dapat merusak membran (Yunianti *et al.*, 2012). Kekuatan mekanik membran diuji menggunakan alat uji tarik dengan cara membran yang terbentuk dipotong dengan ukuran 50 mm x 15 mm x tebal (mm) (Rozitawati *et al*., 2014). Membran B,C dan D yang telah dibuat memiliki nilai kuat tarik 7,51 ; 6,27 dan 7,71 Mpa seperti yang tampak pada Gambar 4.2 di halaman sebelumnya. Dari hasil uji kekuatan mekanik diperoleh hasil yang tidak konsisten. Hal ini kemungkinan diakibatkan adanya perbedaan ketebalan dan homogenitas membran pada saat dicetak. Penelitian yang dilakukan oleh Rohaeti *et al.*, (2003) membuktikan bahwa semakin tinggi kandungan minyak yang dimiliki sebagai sumber poliol dalam sintesis poliuretan semakin tinggi pula sifat termal dan sifat mekanik poliuretan yang dihasilkan. Bakhtiar *et al*., (2021) pada penelitian "*Analisis membran dari kitosan kreco"* yang telah dilakukan menjelaskan bahwa ketebalan membran mempengaruhi kekuatan tarik dan modulus young, hasil penelitiannya didapatkan bahwa membran dengan ketebalan 6 mm merupakan titik tertinggi kekuatan tarik membran.

Menurut Yunianti *et al*., (2012) pada penelitiannya membran dari kitosan-silika didapatkan bahwa konsentrasi yang tinggi menyebabkan jarak molekul dalam membran semakin rapat sehingga memiliki kuat tarik yang besar. Nilai kekuatan mekanik yang tinggi dapat dimanfaatkan pada sampel yang bertekanan. Akan tetapi, berdasarkan hasil penelitian membran C memiliki kekuatan mekanik yang rendah dibandingkan variasi membran lainnya. Hal ini disebabkan oleh pengadukan larutan *dope* yang kurang maksimal sehingga jarak antar molekul di dalamnya tidak rapat dan tidak homogen.

Penelitian terdahulu tentang membran poliuretan yang berasal dari minyak biji karet menjelaskan bahwa nilai uji tarik menunjukkan membran poliuretan yang dihasilkan memiliki sifat kuat dan elastis, dengan *tensile strength* 1,03 kgf/mm² dan elongasi 497,14%. Nilai *tensile strength* pada membran poliuretan

disebabkan karena adanya ikatan silang uretan (*hard segment*) yang terbentuk (Nurman *et al.*, 2015).

4.2.5 Hasil Uji *Swelling*

Uji *swelling* pada membran bertujuan untuk memprediksi ukuran zat yang bisa terdifusi ke dalam membran. Membran dari minyak biji alpukat sebagai bahan baku utama direndam dalam aquades selama 24 jam dan diperoleh hasil pada Tabel 4.1. Berdasarkan tabel tersebut membran D memiliki nilai derajat *swelling* 573 %. Nilai ini menunjukkan derajat *swelling* yang paling rendah dibandingkan variasi membran lainnya. Derajat *swelling* yang rendah dapat disebabkan oleh hidrofilitas dari membran yaitu kemampuan suatu bahan untuk menyerap air (Rapierna *et al*., 2012).

Rozitawati *et al.*, (2014) menjelaskan bahwa nilai derajat *swelling* yang tinggi menunjukkan banyaknya pori pada membran sehingga jumlah air yang diserap juga lebih tinggi. Berdasarkan teori tersebut, membran yang memiliki nilai derajat *swelling* paling besar merupakan membran yang terbaik yaitu pada membran C. Pada hasil uji *swelling* dan uji kekuatan mekanik memiliki nilai yang berbanding terbalik sehingga membran C dapat diaplikasikan lebih lanjut tetapi tanpa tekanan atau tekanan yang rendah. Hasil penelitian sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bakhtiar *et al.*, (2021) yang menjelaskan bahwa nilai kekuatan tarik suatu membran akan berbanding terbalik dengan modulus young yang merupakan kemampuan daya serap air suatu membran.

Swelling juga dapat menandakan bahwa masih terdapat rongga diantara ikatan dalam polimer, yang mana rongga ini dapat mempengaruhi sifat mekanik dari polimer, semakin kecil rongga maka semakin tinggi sifat mekaniknya (Yunianti *et al*., 2012).

4.2.6 Hasil Uji Ketahanan Bahan Kimia

Uji ketahanan bahan kimia dilakukan untuk mengetahui persentase ketahanan membran terhadap asam, basa, garam dan alkohol. Membran yang telah direndam didalam larutan basa tampak larut dan lembab setelah perendaman selama 7 hari. Berdasarkan Tabel 4.3 pengujian membran pada larutan basa (KOH) mengalami kehilangan berat (%) paling tinggi yaitu larut ; 96,8 ; 96,4 (%).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang sama dengan jurnal sebelumnya yang menyatakan bahwa kehilangan berat yang cukup signifikan ini disebabkan oleh adanya perlawanan alkali (basa) terhadap ikatan ester terhidrolisa (Nurman *et al*., 2015). Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa pada penelitiannya terjadinya proses saponifikasi pada saat perendaman membran dengan larutan basa (KOH) ditandai dengan adanya perubahan warna larutan KOH 3%, dari bening menjadi berwarna kuning dan berbusa (sabun), setelah 7 hari perendaman.

Membran minyak biji alpukat yang telah direndam dalam larutan asam (H_2SO_4) mengalami penurunan berat akhir setelah direndam selama 7 hari dengan persentase kehilangan berat (%) 67,6 ; 52,7 ; 60,8. Hal ini menandakan membran minyak biji alpukat pada membran C lebih tahan terhadap asam dibandingkan membran B dan D. Pada larutan garam (NaCl) dan alkohol (Metanol) memiliki persentase kehilangan berat (%) yang lebih rendah jika dibandingkan larutan basa dan asam. Berdasarkan penelitian ini didapatkan membran yang tahan terhadap garam dan alkohol. Menurut Nurman *et al.*, (2015) membran poliuretan yang direndam didalam larutan garam dan alkohol memiliki kehilangan berat (%) yang lebih rendah jika dibandingkan dengan larutan KOH yang menandakan membran tersebut tahan terhadap keadaan garam atau alkohol.

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pengaruh variasi minyak biji alpukat pada pembuatan membran dengan metode inversi fasa didapatkan bahwa membran A tidak dapat membentuk membran, membran B membentuk membran yang keras dan susah dilepaskan dari plat kaca, membran C membentuk membran yang homogen dan transparan dan membran D membentuk membran yang berminyak.
2. Karakteristik dari membran minyak biji alpukat dengan menggunakan metode inversi fasa adalah sebagai berikut:
   a) Hasil uji SEM menunjukkan membran dari minyak biji alpukat merupakan membran *dense* atau tidak berpori.
   b) Hasil uji kekuatan mekanik (uji tarik) menunjukkan membran D memiliki kekuatan mekanik paling besar yaitu 7,71 Mpa.
   c) Hasil uji *swelling* menunjukkan membran C memiliki derajat swelling tinggi yaitu 6,47 %.
   d) Hasil uji ketahanan bahan kimia menunjukkan membran dari minyak biji alpukat tidak tahan terhadap basa tetapi tahan terhadap alkohol dan garam serta sedikit tahan terhadap asam.

5.2 Saran

Disarankan untuk melanjutkan penelitian untuk mendapatkan hasil membran yang lebih baik sehingga memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi serta membran yang tahan terhadap kondisi basa.

DAFTAR PUSTAKA

Apriani, R., Rohman, T., dan Mustikasari, K. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 9(2).

Aprianto, M., S. (2018). Karakterisasi FTIR Membran Komposit Nilon-Arang Berbahan Dasar Limbah Jaring Benang Nilon dan Ampas Tebu. *Skripsi*. FMIPA Universitas Jember.

Arifin, N. (2012). Sintesis Membran Kitosan-Silika dan Aplikasinya Untuk Filtrasi Air Sadah. *Skripsi*. Prodi Kimia FMIPA UNNES Semarang.

Bahtiar, A., D., Nurlina, N., dan Hendarti M. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Membran Kitosan Kreco Sebagai Filtrasi Air Konsumsi Rumah Tangga. *Jurnal Mesin Nusantara*. 4 (2) : 70 -75

Cahya, E. M. (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Nanofiltrasi untuk Pengolahan Air. *Tesis*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Callister, W.D. (2003). *Materials Science and Engineering: An Introduction*, John Wiley And Sons Pte.Ltd. India. 54(56) : 108-112.

Farida, M., Mustanir dan Marlina. (2016). *Preliminary Study of Synthesis Polyurethane Membrane of Nyamplung Seed Oil (Calophyllum Inophyllum) With Hexamethylene-1,6-diisocyante*(HMDI) . *Jurnal Natural*. 16 (2).

Fitriani, Marlina, dan Khairan. (2016). Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Minyak Biji Alpukat (*Avocado Seed Oil)* dan Heksametilen-1,6-Diisosianat (HMDI). *Jurnal Natural*. 16 (2).

Ginting, M. (2010). *Pemanfaatan Hasil Hidrolisa dan Alkoksi Dengan Gliserol Dari Epoksida Minyak Kemiri Seba Poliol Untuk Pembuatan Poliuretan*. USU Press. Medan

Hartaya, K. (2011). Kajian Teknologi Proses Pembuatan Toluen Diisosianat. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara*. 6(3).

Humairo, F., Y. (2015). Preparasi dan Karakterisasi Membran Serat Berongga PVDF/PEG400-Tio2 untuk Pemisahan Limbah Sintetik Air-Minyak. *Tesis.*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Indriyani, V., Novianty, Y., dan Mirwan, A. (2017). Pembuatan Membran Ultrafiltrasi dari Polimer Selulosa Asetat dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Konversi*. 6(1).

Kamulyan, B., Hasanah, U., dan Matulesi. (2018). Kajian Campuran Pelarut Akuades-Aseton Pada Pembuatan Membran Selulosa Propionat. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*. 3(2).

Lusiana, R., Sangkota dan Santosa. (2018). *Chitosan Succinate/PVA-PEG Membrane : Preparation, Characterization and Permeation Ability Test on Creatinine. Jurnal kimia sains dan aplikasi.* 22(2).

Maharani, I. Y. (2014). Pembuatan Senyawa Poliol Dari Minyak Goreng Sebagai Bahan Baku Poliurethan Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. *Tugas Akhir Ahli Madya*. FMIPA USU.Medan

Marlina. (2011). Sintesis Membran Poliuretan dari Teroksidasi Toluen Diisosianat. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 9(1).

Marlina, Saiful, Mustanir, Saleha S., Rahmi F., Murniana dan Khairan. (2017). *Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Bahan Alam*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.

Nababan, J., A. (2019). Sintesis Poliuretan Melalui Polimerisasi Difenil Metana 4,4 Diisosianat (MDI) dengan Poliol Hasil Hidroksilasi Minyak Biji Alpukat. *Skripsi*. Prodi Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara.

Nurman, S., Marlina dan Saiful. (2015). Membran Poliuretan dari Minyak Biji Karet (*Rubber Seed Oil*) dengan Heksametilen-1,6-Diisosianat: Sintesis. *Jurnal Natural*. 16(1).

Pramudono, B. S. A. 2008. Ekstraksi Kontinyu dengan Simulasi Batch Tiga Tahap Aliran Lawan Arah : Pengambilan Minyak Biji Alpukat Menggunakan Pelarut n-hexane dan Iso Propil Alkohol. *Reaktor*, 12: 37-41.

Prasetyowati, Pratiwi, R., dan Fera. (2010). Pengambilan Minyak Biji Alpukat (*Persea americana mill*) dengan Metode Ekstraksi. Jurnal Teknik Kimia. 17 (2).

Rachimoellah, Resti D.,A., Zibbeni a., dan Susila, W. (2009). *Production of Biodiesel through Transesterification of Avocado (Persea gratissima) Seed Oil Using Base Catalyst. Jurnal Teknik Mesin*. 11(2).

Rapierna, A., Latifah Dan Mahatmanti, F., W. (2012). Sintesis Dan Pemanfaatan Membran Kitosan-Silika Sebagai Membran Pemisah Ion Logam Fe^{2+}. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 1(1)

Risyad, A., Permadani R., F. dan Siswarni M. (2016). Ekstraksi Minyak Dari Biji Alpukat (*Persea americana mill*) Menggunakan Pelarut N-Heptana. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1).

Rozitawati, S., P. dan Noerochim, L. (2014). Karakterisasi Membran Polimer dengan Adsorben Inorganik Lithium Mangan Spinel Untuk Ekstraksi Lithium dari Lumpur Sidoarjo. *Teknik Pomits*. 3(2).

Sofyana., Aprilia, S. dan Assaki, M. (2020). Karakteristik Membran Selulosa Triasetat yang Diprepasi Secara Inversi Fasa Presipitasi Imersi. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JJRL)*. 1(1).

Suhendra, D., sholehah, A., Asnawati, D. dan Gunawan. (2013). Sintesis Poliuretan Asam Lemak Teroksidasi Minyak Inti Buah Nyamplung Melalui Proses Polimerisasi menggunakan *Toluene Diisosianat. Journal Chemistry. 6(2).*

Sukirno, D., Shofiyani dan Nurlina. (2019). Pembuatan Membran Komposit Si/Pva/Peg Berbahan Dasar Silika Batu Padas Singkup Untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Fosfat Dalam Larutan. *JKK*.6(4)

Widayanti, N. (2013). *Karakteristik Membran Solulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format*.Jurusan Kimia Universitas Jember.

Yatmani, H., Handayani, S. Dan Husnil, Y. A. (2018). *Studi Awal Pembuatan Membran Poliuretan*. Institut Teknologi Indonesia.

Yunianti , S. dan Maharani, D., K. (2012).*Utilization Of Chitosan-Silica To Reduce Pb(Ii) Ion Levels In Solution. Unesa Journal Of Chemistry*. 1(1)

AR-RANIRY

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

Minyak Biji Alpukat

- Sebanyak 0,25 ml dimasukkan ke dalam beaker glass
- Ditambahkan 0,3 ml TDI
- Distirer selama 60 menit pada suhu 40 ºC
- Ditambahkan 1 ml aseton
- Distirer kembali selama 5 menit
- Dituangkan di atas plat kaca dan diratakan
- Dioven selama 48 jam dengan suhu 40 ºC
- Dilepaskan dari plat kaca
- Diulangi prosedur dengan memvariasikan minyak biji alpukat 0,5 ; 0,75 ;

Membran Minyak Biji Alpukat

- Dirakterisasi membran yang telah dibuat :
- FTIR
- SEM
- Kuat Mekanik (Tarik)
- Derajat *Swelling*
- Ketahanan Bahan Kimia

Hasil

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 2. Minyak Biji Alpukat (*Peresa americana*) TSB *avocado oil*

Lampiran 3. Gambar Hasil Pembuatan Membran

Membran	Hasil
A (0,25 minyak : 0,3 TDI : 0,1 Aseton)	
B (0,5 minyak : 0,3 TDI : 0,1 Aseton)	

جامعة الرانري
A R - R A N I R Y

C (0,75 minyak : 0,3 TDI : 0,1 Aseton)	
D (1 minyak : 0,3 TDI : 0,1 Aseton)	

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 4. Hasil Uji Kekuatan Mekanik (Uji Tarik)

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BSPJI BANDA ACEH (LABBA)
Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brs_bna@yahoo.com Webside: http://baristandaceh.kemenperin.go.id

KAN
Laboratorium Penguji
LP-800-IDN

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : **13 Juli 2022**
Date of issue

Nomor Laporan : **1711/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/VII/2022**
Report Number

Kepada : **Raihan Fadhilla**
To **UIN Ar - Raniry FST Kimia**
di - Banda Aceh

Nomor Analisis : **Kim - 22 334 s/d 336**
Analysis Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that exammination

Dari Contoh : **Membran PU**
Of the Sample (s)

Nomor BAPC : **123/Insd/Kim/06/2022**
BAPC Number

Keterangan contoh : **Diantar**
Identity

Untuk Analisis : **Sesuai Parameter Uji**
For Analysis

Kode Contoh : **" Minyak 0,5 ml, Minyak 0,75ml Minyak 1 ml "**
Code Sample

Diambil dari : **-**
Taken from

Tanggal Sampling : **-**
Date Of Sampling

Tanggal Penerimaan **14 Juni 2022**
Received On

Tanggal Analisis : **15 Juni 2022**
Date of Analysis

Hasil :
Results

No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji		
				Minyak 0,5 ml	Minyak 0,75 ml	Minyak 1 ml
1	Kuat Tarik	Mpa	IK UTM MCT-2150	7,5165	6,2704	7,7100

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Mutu

NURLAILA ST, MT
NIP. 19621108 198303 2 002

F.5.10.01.02

Terbit/Revisi : 3/1

* Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

Lampiran 5. Perhitungan Uji *Swelling*

No.	Membran	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Derajat *Swelling* (%)
1.	A	-	-	-
2.	B	0,0575	0,4282	645
3.	C	0,0509	0,3806	647
4.	D	0,0452	0,3042	573

- **Membran A**

  Tidak terbentuk membran

- **Membran B**

$$SI = \frac{Ws - Wd}{Wd} x\ 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}4282 - 0{,}0575}{0{,}0575} x\ 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}3707}{0{,}0575} x\ 100\%$$

$$SI = 645\ \%$$

- **Membran C**

$$SI = \frac{Ws - Wd}{Wd} x\ 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}3806 - 0{,}0509}{0{,}0509} x\ 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}3297}{0{,}0509} x\ 100\%$$

$$SI = 647\ \%$$

- **Membran D**

$$SI = \frac{Ws - Wd}{Wd} \; x \; 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}3042 - 0{,}0452}{0{,}0452} \; x \; 100\%$$

$$SI = \frac{0{,}259}{0{,}0452} x \; 100\%$$

$$SI = 573\%$$

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Lampiran 6. Uji Ketahanan Bahan Kimia

No.	Membran	Larutan	Berat Awal (Gram)	Berat Akhir (Gram)	Kehilangan Berat (%)
1.	A	-	-	-	-
2.	B	NaCl	0,0305	0,0297	2,6
3.	C	NaCl	0,0342	0,0304	11,1
4.	D	NaCl	0,0328	0,0282	14
5.	A	KOH	-	-	-
6.	B	KOH	0,0286	Larut	Larut
7.	C	KOH	0,0353	0, 0011	96,8
8.	D	KOH	0,0311	0,0011	96,4
9.	A	Metanol	-	-	-
10.	B	Metanol	0,0273	0,0265	2,9
11.	C	Metanol	0,0322	0, 0242	2,48
12.	D	Metanol	0,0366	0, 0347	5,1
13.	A	H_2SO_4	-	-	-
14.	B	H_2SO_4	0,0337	0, 0109	67,6
15.	C	H_2SO_4	0,0349	0, 0165	52,7
16.	D	H_2SO_4	0,0327	0,0128	60,8

جامعة الرانري
AR-RANIRY

- **NaCl**

Membran A

Tidak terbentuk membran

Membran B

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0305 - 0{,}0297}{0{,}0305} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0008}{0{,}0305} x\ 100\%$$

$$\% = 2{,}6$$

Membran C

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0342 - 0{,}0304}{0{,}0342} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0038}{0{,}0342} x\ 100\%$$

$$\% = 11{,}1$$

Membran D

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0328 - 0{,}0282}{0{,}0328} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0046}{0{,}0328} x\ 100\%$$

$$\% = 14$$

جامعة الرانري
AR-RANIRY

- **KOH**

  Membran A

  Tidak terbentuk membran

  Membran B

  Membran larut dalam larutan KOH

  Membran C

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0353 - 0{,}0011}{0{,}0353} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0046}{0{,}0353} x\ 100\%$$

$$\% = 96{,}8$$

  Membran D

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0311 - 0{,}0011}{0{,}0311} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}03}{0{,}0311} x\ 100\%$$

$$\% = 96{,}4$$

- Metanol

  Membran A

  Tidak terbentuk membran

  Membran B

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0273 - 0{,}0265}{0{,}0273} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0008}{0{,}0273}\ x\ 100\%$$

$$\% = 2{,}9$$

Membran C

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0}\ x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0322 - 0{,}0242}{0{,}0322} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}008}{0{,}0322}\ x\ 100\%$$

$$\% = 2{,}48$$

Membran D

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0}\ x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0366 - 0{,}0347}{0{,}0366} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0019}{0{,}0366}\ x\ 100\%$$

$$\% = 5{,}1$$

- **H_2SO_4**

  Membran A

  Tidak terbentuk membran

  Membran B

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0}\ x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0337 - 0{,}0109}{0{,}0337} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0228}{0{,}0337}\ x\ 100\%$$

$$\% = 67{,}6$$

Membran C

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0}\ x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0349 - 0{,}0165}{0{,}0349} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0184}{0{,}0349}\ x\ 100\%$$

$$\% = 52{,}7$$

Membran D

$$\% = \frac{W0 - W7}{W0}\ x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0327 - 0{,}0128}{0{,}0327} x\ 100\%$$

$$\% = \frac{0{,}0199}{0{,}0327}\ x\ 100\%$$

$$\% = 60{,}8$$

جامعة الرانري
AR-RANIRY