

**EFEKTIVITAS MEMBRAN DARI MINYAK BIJI ALPUKAT  
(*Persea americana*) DALAM MENURUNKAN KADAR Hg  
DENGAN METODE FILTRASI**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh:**

**ISMI MULIANA**

**NIM 180704008**

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M / 1444 H**

**EFEKTIVITAS MEMBRAN DARI MINYAK BIJI ALPUKAT  
(*Persea americana*) DALAM MENURUNKAN KADAR Hg  
DENGAN METODE FILTRASI**

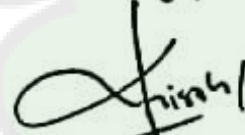
**SKRIPSI**

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/Prodi Kimia

Oleh :  
**Ismi Muliana**  
**NIM.180704008**  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Kimia

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh :

Pembimbing I,



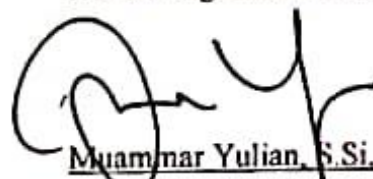
Khairunnisah, M. Si.  
NIDN. 2016027902

Pembimbing II,



Muhammad Ridwan Harahap, M. Si.  
NIDN. 2027118603

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Kimia,



Muammar Yulian, S.Si, M.Si.  
NIDN. 2030118401

**EFEKTIVITAS KERJA MEMBRAN DARI MINYAK BIJI ALPUKAT  
(*Persea americana*) DALAM MENURUNKAN KADAR Hg DENGAN  
METODE FILTRASI**

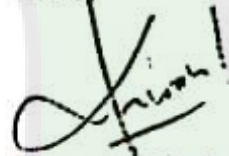
**SKRIPSI**

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu/Prodi Kimia  
Pada Hari/Tanggal:

Pada Hari/Tanggal : Senin, 12 Desember 2022  
18 Jumadil Awal 1444  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Sidang Munaqasyah Skripsi:

Ketua




Khairun Nisah, M.Si  
NIDN. 2016027902

Sekretaris,



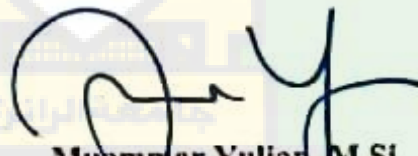
Muhammad Ridwan Harahap, M.Si  
NIDN. 2027118603

Penguji I,



Febrina Arfi, M.Si  
NIDN. 2021028601

Penguji II,



Muammar Yulian, M.Si  
NIDN. 2030118401

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah MT., IPU  
NIP. 196210021988111001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI

Nama : Ismi Muliana  
NIM : 180704008  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Efektivitas Kerja Membran Dalam Minyak Biji  
Alpukat (*Persea americana*) Dalam Menurunkan  
Kadar Hg Dengan Metode Filtrasi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebut 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 ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian dan dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan 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, 28 November 2022  
Yang Menyatakan

(Ismi Muliana)

## ABSTRAK

Nama : Ismi Muliana  
NIM : 180704008  
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi  
Judul : Efektivitas Kerja Membran Dari Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana*) Dalam Menurunkan Kadar Hg Dengan Metode Filtrasi  
Tanggal Sidang : 12 Desember 2022  
Jumlah Halaman : 60  
Pembimbing I : Khairun Nisah, M.Si  
Pembimbing II : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si  
Kata Kunci : Membran, Filtrasi, Logam Hg

Membran merupakan media filtrasi yang digunakan untuk pengelolaan air. Salah satu bahan dasar pembuatan membran yaitu menggunakan minyak dari biji alpukat yang direaksikan dengan Toluena Diisosiyanat (TDI). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja membran dalam memisahkan larutan Hg dengan metode filtrasi. Variasi waktu yang digunakan dalam proses filtrasi adalah 10, 20 dan 30 menit dengan konsentrasi larutan Hg yaitu 10, 20 dan 30  $\mu\text{g/L}$  sebanyak 25 mL. Hasil penyerapan logam Hg dengan membran dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil optimal yang diperoleh dari proses filtrasi yaitu pada variasi waktu 20 menit dan variasi konsentrasi 20  $\mu\text{g/L}$  dengan persentase penurunan 82,16% pada variasi waktu dan 96,718% pada variasi konsentrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa membran dari minyak biji alpukat yang direaksikan dengan Toluena Diisosiyanat (TDI) bekerja secara optimum dan dapat diaplikasikan sebagai media filtrasi.

## **ABSTRACT**

*Name* : Ismi Muliana  
*NIM* : 180704008  
*Study Program* : Chemistry, Faculty of Science and Technology  
*Title* : Effectiveness of Membrane Work from Avocado  
(*Persea americana*) Seed Oil in Reducing Hg  
Levels by Filtration Method  
*Session Date* : 12 Desember 2022  
*Thesis Thickness* : 60  
*Advisors I* : Khairun Nisah, M.Si  
*Advisors II* : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si  
*Keywords* : Membrane, Filtration, Metal Hg

*Membrane is a filtration media used for liquid waste management. One of the basic materials for making membranes is using oil from avocado seeds which is reacted with Toluene Diisocyanate (TDI). The purpose of this study was to analyze the performance of the membrane in separating Hg solution by filtration method. The variation of time used in the filtration process was 10, 20 and 30 minutes with a concentration of 10, 20 and 30  $\mu\text{g/L}$  of 25 mL of Hg solution. The results of the absorption of Hg metal with the membrane were analyzed using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The optimal results obtained from the filtration process were at a time variation of 20 minutes and a concentration variation of 20  $\mu\text{g/L}$  with a reduction percentage of 82.16% for the time variation and 96.718% for the concentration variation. The test results show that the membrane from avocado seed oil reacted with Toluene Diisocyanate (TDI) works optimally and can be applied as a filtration medium.*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Segala puji serta syukur kehadirat Allah Swt yang telah menganugerahkan ilmu serta akal pikiran kepada manusia untuk senantiasa berpikir, 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 “*Efektivitas Kerja Membran Dari Minyak Biji Alpukat (Persea mericana) Dalam Menurunkan Kadar Hg Dengan Metode Filtrasi*”. 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 semua pihak yang telah membantu penulis dalam 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. Ir. Muhammad Dirhamsyah MT., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Bapak Muammar Yulian, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam negeri Ar-raniry.
3. Ibu Khairunnisah S.T., M.Si., selaku Penasehat Akademik (PA) dan Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, menasehati dan memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si., selaku pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Seluruh Dosen dan Staf Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan kimia leting 2018 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Seluruh pihak yang terlupa bat dalam penulisan skripsi ini, yang tak terhingga dalam menyemangati dan membantu penulis dalam proses penulisan ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua terkasih, Ayahanda Ismail dan Ibunda Farijah yang telah membesarkan serta memberi dukungan dan doanya selama ini, kedua adik penulis, Muhammad Sayuti dan Farid Aulia yang telah menyemangati hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dan juga keluarga penulis yang telah memberikan untaian doanya selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan dorongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga segala bantuan dan doa yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah Swt. Skripsi ini telah dibuat semaksimal mungkin dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Banda Aceh, 24 November 2022  
Penulis

Ismi Muliana





## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	4
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
II.1 Membran .....	6
II.2 Peran Teknologi Membran.....	6
II.3 Membran Poliuretan .....	7
II.4 Klasifikasi Membran .....	7
II.3.1 Asal .....	7
II.3.2 Berdasarkan Kerapatan Pori.....	7
II.3.3 Berdasarkan Fungsi .....	8
II.5 Proses Pemisahan Membran.....	8
II.6 Tanaman Alpukat .....	9
II.7 Minyak Biji Alpukat.....	10
II.8 Merkuri.....	11
II.9 Waktu Kontak .....	12

II.10 Filtrasi.....	12
II.11 Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR).....	13
II.12 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	14
II.13 Kinetika Adsorpsi.....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
III.1 Tempat penelitian.....	16
III.2 Prosedur kerja.....	16
III.2.1 Alat.....	16
III.2.2 Bahan.....	16
III.3 Metode.....	16
III.3.1 Pembuatan Membran.....	16
III.3.2 Karakterisasi Membran.....	17
III.3.3 Penurunan Kadar Logam Merkuri (Hg) dengan variasi waktu kontak.....	17
III.3.4 Penurunan Kadar Logam Merkuri (Hg) dengan variasi konsentrasi.....	17
III.3.5 Pengujian kadar Hg menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
IV.1 Hasil dan Pembahasan.....	19
IV.1.1 Preparasi Sampel.....	19
IV.1.2 Karakterisasi Membran.....	20
IV.1.3 Hasil Pengukuran Larutan Standar Logam Hg.....	20
IV.1.4 Variasi Waktu Kontak.....	21
IV.1.5 Variasi Konsentrasi.....	21
IV.1.6 Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	22
IV.2 Pembahasan.....	23
IV.2.1 Preparasi Sampel.....	23
IV.2.2 Karakterisasi Membran.....	23
IV.2.3 Variasi Waktu Kontak.....	24
IV.2.4 Variasi Konsentrasi.....	26
IV.2.5 Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	27

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
V.1 Kesimpulan .....	33
V.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kinetika Adsorpsi Skema Kerja.....	40
Lampiran 2. Skema Kerja .....	42
Lampiran 3. Gambar Pengaplikasian Membran.....	44
Lampiran 4. Hasil uji Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.....	46



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.6	Buah dan Minyak Biji Alpukat.....	10
Gambar III.1	Instrumen Kolom Kromatografi Sederhana .....	14
Gambar III.2	Instrumen Spektrofotometer AA PinAAcle 900t.....	17
Gambar IV.1	Membran Minyak Biji Alpukat.....	19
Gambar IV.2	Grafik Karakterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR .....	20
Gambar IV.3	Diagram Hasil Pengukuran Dengan Variasi Waktu Kontak.....	24
Gambar IV.4	Grafik Adsorpsi Logam Hg.....	25
Gambar IV.5	Diagram Hasil Pengukuran Dengan Variasi Konsentrasi .....	27
Gambar IV.6	Grafik Persamaan Orde 1 .....	28
Gambar IV.7	Grafik Persamaan Orde 2 .....	29
Gambar IV.8	Grafik Persamaan Pseudo Orde 1 .....	29
Gambar IV.9	Grafik Persamaan Pseudo Orde 2 .....	30
Gambar IV.10	Grafik Persamaan Evolich .....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.3	Hasil Pengukuran Menggunakan Variasi Waktu Kontak .....	20
Tabel IV.4	Hasil Pengukuran Dengan Variasi Konsentrasi.....	21
Tabel IV.5	Hasil Penentuan Kinetika Adsorpsi .....	22
Tabel IV.6	Model Adsorpsi Logam .....	31



## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PETI	Pertambangan Emas Tanpa Izin	1
WALHI	Wahana Lingkungan Indonesia	2
PESK	Pertambangan Emas Skala Kecil	2
ppm	part per milion	2
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom	5
UF	Ultrafiltrasi	6
NF	Nanofiltrasi	6
RO	<i>Reverse Osmosis</i>	6
GS	<i>Gas Separation</i>	6
PV	Pervaporasi	6
MD	<i>Membrane Distillation</i>	6
ED	Elektrodialisis	6
EDI	Elektro Deionisasi	6
nm	Nano Meter	7
$\mu\text{m}$	Mikro Meter	7
cm	Centi Meter	9
G	Gram	9
BPS	Badan Pusat Statistik	9
mL	Mili Liter	10
mg/L	Miligram/Liter	12
FTIR	<i>Fourier-transform Infrared</i>	13
HCL	<i>Hallow Cathode Lamp</i>	13
TDI	Toluena Diisosiyanat	16
<b>LAMBANG</b>		
C	Celcius	16
C0	Konsentrasi Awal	22
Ce	Konsentrasi Sisa	22
Ct	Konsentrasi Sisa dalam Waktu	22
t	Waktu	22
Qe	Kapasitas Adsorpsi Pada Saat Kesetimbang	22
Qt	Kapasitas Adsorpsi Pada Saat Waktu	22
V	Volume	42

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Teknologi membran di era saat ini telah banyak menghadirkan inovasi dan dikembangkan dalam usianya yang relatif muda. Industri membran telah dikembangkan sejak tahun 1950-an, namun masih diproduksi dalam skala kecil. Membran merupakan lapisan tipis semipermeabel yang berada diantara dua fasa dan memiliki fungsi sebagai media pemisah yang selektif. Teknologi membran memainkan peran strategis dalam perkembangan perindustrian karena mempunyai sektor pengaplikasian di bidang industri dalam skala besar (Baker, 2012). Saat ini, membran merupakan salah satu teknologi pengolahan terancang dalam pengolahan air limbah industri dan domestik. Dengan menggunakan teknologi membran, logam dalam air limbah dapat diminimalkan. Hal ini tentu memiliki prospek aplikasi yang luas di bidang pengelolaan limbah. Selain limbah yang diolah yang memenuhi standar limbah, teknologi membran berpeluang untuk mengekstrak komponen berharga yang dibawa oleh limbah tersebut (Wenten, 2002).

Sualang (2001), mengungkapkan salah satu limbah perairan yang berdampak signifikan terhadap lingkungan adalah limbah merkuri dari penambangan emas tanpa izin (PETI), sebuah penambangan emas sederhana yang menggunakan metode amalgamasi yang membutuhkan sungai sebagai sumber air untuk diproses dalam tong untuk memisahkan merkuri. Limbah cair hasil gilingan umumnya dibuang ke sungai. Keadaan ini mengakibatkan tercemarnya beberapa sungai di areal penambangan emas dengan merkuri. Dalam kegiatan penambangan emas ini mengalami proses pencampuran, yaitu proses pencampuran antara emas dan merkuri (Sualang, 2001). Pengolahan emas dengan teknik pencampuran membutuhkan aliran air, yang dapat digunakan untuk memisahkan batuan halus, dan amalgam diarahkan ke sungai (Lingkubi, 2004).



Laju bioakumulasi logam Hg lebih tinggi dari logam berat lainnya yang menyebabkan sistem perairan sangat sensitif terhadap kandungan Hg pada perairan tersebut. Pengaruh pencemaran Hg sangat mengkhawatirkan dikarenakan dampaknya tidak langsung dirasakan tetapi terjadi dalam kurun waktu panjang dan mengakibatkan daya akut yang berkepanjangan. Untuk mengetahui sumbernya, kontaminasi merkuri ini perlu diperhatikan dengan cermat karena tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri dalam sedimen sungai (Setiabudi, 2005).

Berdasarkan data dari Wahana Lingkungan Indonesia (WALHI) tercatat sampai tahun 2021 pertambangan emas yang tersebar di beberapa kabupaten di Aceh yaitu Kabupaten Pidie, Aceh Jaya, Aceh Tengah, Aceh Barat, Nagan Raya, dan Kabupaten Aceh Selatan. Kegiatan yang bersifat legal maupun ilegal ini berdampak langsung terhadap lingkungan sekitar seperti tercemarnya sumber air, tanah, tumbuhan dan hewan-hewan yang ada di daerah tersebut (Turrahmi, 2019). Menurut penelitian Andriani (2020), bahwasanya kondisi sungai Pantan Luwas di Kab. Aceh Selatan positif adanya Hg dengan kadar 1,0793 mg/Kg pada tanaman paku sekitar hilir sungai. Bila dilihat dari penelitian Andriani (2020), rata-rata Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) dalam 1 tahun menggunakan merkuri berkisar antara 744.48 gram (0,75 Kg) sampai terbanyak 14.174,76 gram (14,18 Kg). jumlah ini merupakan jumlah yang sangat besar, dan ini merupakan merkuri yang tidak bisa terambil. Menurut Permenkes No 32 Tahun 2017 menyatakan bahwasanya kadar maksimum logam Hg yang diperbolehkan pada air hygiene sanitasi yaitu 0,001 mg/L.

Penelitian yang serupa juga dilakukan Emelda dkk. (2017), yang menyatakan logam Hg yang terakumulasi pada beberapa organ tubuh ikan di Sungai Sikulat, Kecamatan Sawang, Kabupaten Aceh Selatan seperti bagian kepala mengandung logam Hg sebanyak 0,679 ppm dan bagian badan ikan sebanyak 1,541 ppm. Hal ini dapat membahayakan kesehatan apabila air, tumbuhan dan ikan yang telah terakumulasi logam berat merkuri dikonsumsi secara terus menerus oleh masyarakat setempat. Selain itu, merkuri merupakan logam berat yang berbahaya dan mengganggu lingkungan. Dibandingkan dengan jenis logam lainnya, Merkuri (Hg) menempati urutan pertama karna sifat

racunnya. Diikuti logam jenis lain, seperti Pb, As, Cd, Cr, dan Ni. (Kristianto. 2002, dan Trikarini. T, 2006).

Kadar logam merkuri (Hg) dapat diturunkan dengan penyaringan menggunakan membran yang berasal dari bahan alam. Pemanfaatan bahan alam di Indonesia saat ini sedang digencarkan, terutama dalam proses pembuatan membran. Adapun tanaman yang digunakan diantaranya tanaman alpukat (Fitriani dkk., 2016), tanaman nyamplung (Suhendra dkk., 2013), dan tanaman jarak (Saiful dkk., 2017). Salah satu tanaman yang digunakan yaitu minyak yang berasal dari biji tanaman alpukat. Selain kegunaannya dalam bidang kuliner, minyak biji alpukat juga dapat digunakan sebagai membran, dan berdasarkan penelitian Fitriani dkk. (2016), membran minyak biji alpukat dapat menurunkan kandungan merkuri dalam air sumur dari Kabupaten Aceh Jaya.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Gova dkk. (2019), yaitu penentuan optimasi waktu adsorpsi logam berat merkuri yang ditentukan dengan melakukan variasi waktu kontak sebagai berikut ; 10, 50, 100, 150, dan 200 menit. Waktu kontak yang divariasikan menunjukkan waktu yang dibutuhkan pada saat kesetimbangan adsorpsi tercapai dan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi membran yang digunakan. Pada waktu kontak 50 menit hingga 200 menit tidak mengalami peningkatan penjerapan logam berat merkuri yang signifikan dikarenakan adsorben telah mencapai titik jenuh yang tidak dapat mengadsorpsi logam berat lagi. Hal yang sama juga dilakukan Nafi'ah (2016), yang menyatakan Waktu kontak 25 menit memberikan nilai kapasitas adsorpsi yang paling tinggi dengan variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 25, 35 dan 45 menit. Berdasarkan dari penentuan nilai kapasitas adsorpsi, semakin lama waktu kontak yang terjadi maka semakin menurun tingkat kapasitas. Penentuan konsentrasi optimum juga berpengaruh pada proses adsorpsi seperti yang dilakukan oleh Nafi'ah (2016), dimana variasi konsentrasi logam Cr (VI) yang digunakan yaitu 15, 30, 45 ppm pada waktu kontak selama 25 menit. Berdasarkan hasil penentuan nilai kapasitas adsorpsi dengan variasi konsentrasi logam Cr (VI) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi logam Cr (VI) maka semakin banyak logam Cr (VI) yang mampu terikat pada gugus OH selulosa (Nafi'ah, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang efektivitas kerja membran dari minyak biji alpukat (*persea americana*) dalam menurunkan kadar Hg dengan metode filtrasi.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja membran dari minyak biji alpukat dalam menyaring logam merkuri (Hg) dengan metode filtrasi?
2. Apakah membran dari minyak biji alpukat dapat menurunkan kadar logam merkuri (Hg) dan berapa persen penurunan kadar logam merkuri (Hg) dengan menggunakan membran dari minyak biji alpukat?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui bagaimana kinerja membran dari minyak biji alpukat dalam menyaring logam merkuri (Hg) dengan metode filtrasi.
2. Untuk mengetahui apakah membran dari minyak biji alpukat dapat menurunkan kadar logam merkuri (Hg) dan berapa persen penurunan kadar logam merkuri (Hg) dengan menggunakan membran dari minyak biji alpukat.

## **I.4 Manfaat Penelitian**

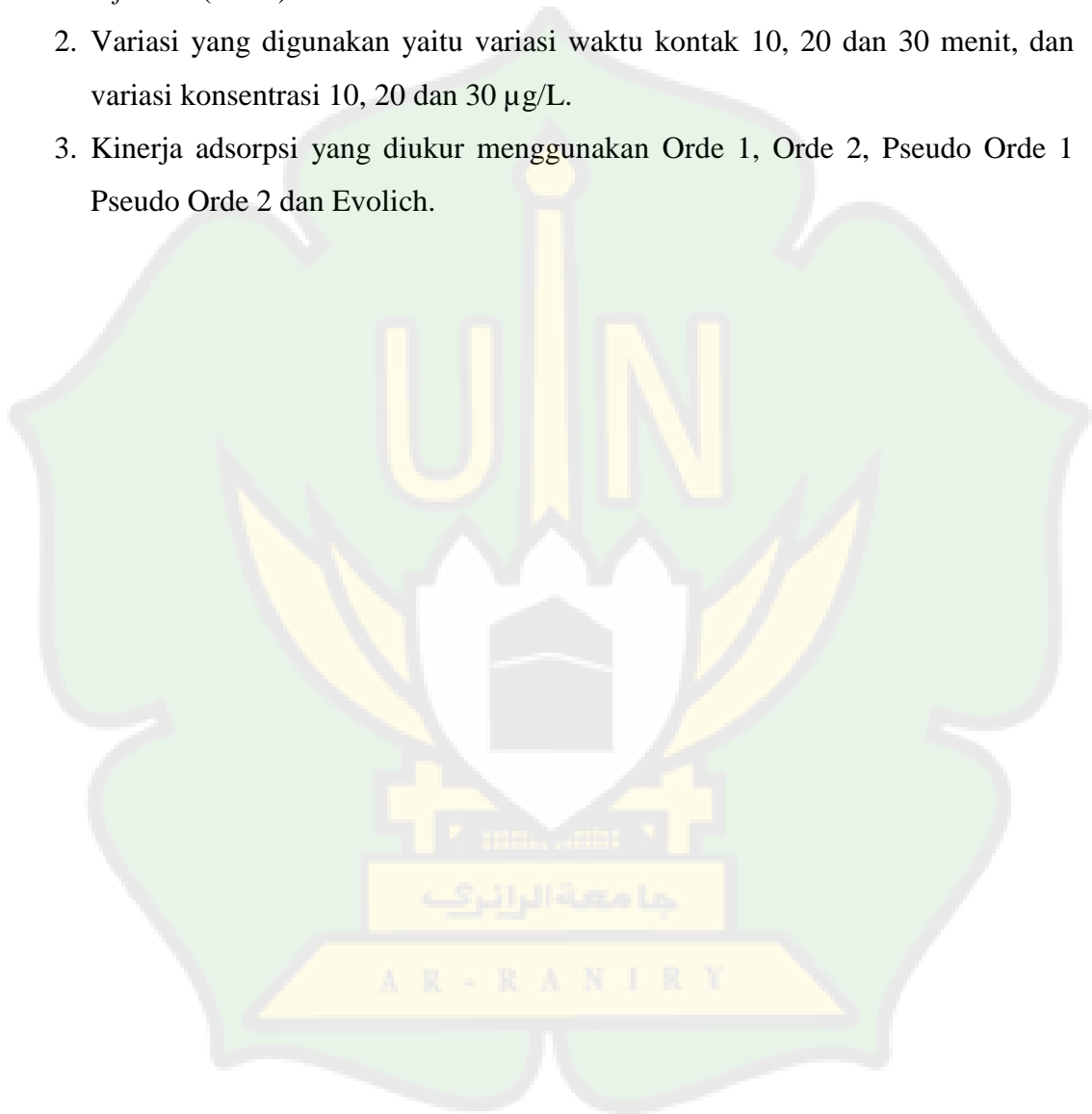
Manfaat penelitian ini adalah :

- a. Bagi peneliti, sebagai wawasan baru terkait pengaplikasian membran dari biji alpukat dalam menurunkan kadar merkuri (Hg).
- b. Bagi pemerintah daerah, sebagai bahan tinjauan dan juga wadah informasi terkait penanganan limbah merkuri (Hg) pada Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) atau tempat tempat yang terpapar logam merkuri (Hg).
- c. Bagi masyarakat dan industri sebagai wadah informasi tentang solusi dalam menangani air yang tercemar merkuri (Hg).

## **I.5 Batasan Masalah**

Dari rumusan masalah diatas dapat disimpulkan batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Metode yang digunakan merupakan metode filtrasi dan menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan Atom dan Spektrofotometer *Florier Infrared* (FTIR) .
2. Variasi yang digunakan yaitu variasi waktu kontak 10, 20 dan 30 menit, dan variasi konsentrasi 10, 20 dan 30  $\mu\text{g/L}$ .
3. Kinerja adsorpsi yang diukur menggunakan Orde 1, Orde 2, Pseudo Orde 1 Pseudo Orde 2 dan Evolich.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Membran**

Terobosan besar dalam pengembangan teknologi membran pertama kali terjadi pada awal tahun 1960-an setelah Loeb dan Sourirajan menemukan teknik pembuatan membran asimetris (Baker, 2012). Membran adalah lapisan tipis semipermeabel antara dua fase yang berfungsi sebagai media pemisah presisi tinggi. Perpindahan massa melalui membran terjadi ketika gaya penggerak diterapkan pada komponen dalam umpan. Proses berbasis membran dapat diklasifikasikan menurut kekuatan pendorongnya. Proses Ultrafiltrasi (UF), Nanofiltrasi (NF) dan *Reverse Osmosis* (RO) adalah contoh proses membran yang menggunakan tekanan diferensial sebagai penggerakannya. Proses membran lain menggunakan kekuatan pendorong yang berbeda untuk mencapai perbedaan konsentrasi, seperti: Pemisahan Gas (GS), Pervaporasi (PV), Membran Cair dan Dialisis. Proses membran berdasarkan perbedaan temperatur yaitu *membrane distillation* (MD) dan terma osmosis. Proses berdasarkan perbedaan potensial listrik yaitu elektrodialisis (ED), elektro deionisasi (EDI) dan elektrolisis (Wenten, 2002).

#### **II.2 Peran Teknologi Membran**

Teknologi membran telah memiliki peran strategis di berbagai sektor industri serta pembangunan berkelanjutan. Pengaplikasiannya meliputi bidang medis, bioseperasi, biorefinery, industri makanan dan minuman, pengolahan air dalam skala besar (megaproject water treatment plant), reklamasi air dengan bioreaktor membran, pembangkitan energi serta pemisahan gas.

Teknologi membran mencakup metode ilmiah dan teknik terkait untuk mengangkut atau menolak komponen, spesies, dan zat melalui atau melalui membran. Teknologi membran digunakan untuk menggambarkan proses pemisahan mekanis yang memisahkan aliran gas atau cairan (Baker 2004; Nunes dan Peinemann 2001). Teknologi membran bersifat multidisiplin dan karena itu

digunakan di beberapa industri termasuk pengolahan air untuk pasokan air domestik dan industri, kimia, farmasi, bioteknologi, minuman, makanan, metalurgi dan proses pemisahan lainnya. Penggunaan industrinya yang luas karena keunggulan pemisahannya sebagai teknologi bersih dan hemat energi yang dapat menggantikan pemisahan konvensional seperti filtrasi, distilasi, pertukaran ion, dan sistem pengolahan kimia. Keunggulan lainnya adalah dapat menciptakan produk yang fleksibel dan berkualitas tinggi. Akan tetapi, teknologi ini memiliki beberapa kendala, seperti polarisasi konsentrasi dan fouling membran, umur membran yang rendah, serta selektivitas dan fluks yang rendah.

### **II.3 Membran Poliuretan**

Poliuretan merupakan polimer yang mengandung gugus fungsi uretan (NHCOO) dalam rantai utamanya. Gugus uretan terbentuk dari reaksi antara gugus hidroksil (OH) dan isosianat (NCO) (Nababan, 2019). 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 polioli asam lemak.

### **II.4 Klasifikasi Membran**

Membran terdiri dari beberapa pengklasifikasian diantaranya berdasarkan asal, kerapatan pori, fungsi, fluks membran, faktor rejeksi, dan struktur (Saiful dkk., 2017)

#### **II.3.1 Asal**

Membran dapat dibedakan menjadi 2 kelompok berdasarkan asalnya yaitu membran alamiah dan membran sintetik (Saiful, 2017). Menurut Mulder (1996), membran yang terdapat pada sel tubuh manusia, hewan dan juga tumbuhan disebut sel alamiah sedangkan membran sintetik dibuat berdasarkan reaksi-reaksi kimia, dan merupakan fasa antara yang memisahkan dua fasa, yaitu umpan dan

permeat, serta dapat membatasi perpindahan dengan cara yang spesifik (widayanti, 2013) .

### **II.3.2 Berdasarkan Kerapatan Pori**

Berdasarkan kerapatan pori membran terbagi menjadi tiga jenis yaitu :

a. Makropori

Makropori merupakan membran yang memiliki ukuran pori sebesar  $>50$  nm v.

b. Mesopori

Mesopori merupakan membran dengan ukuran pori berkisar antara 2-50 nm v

c. Mikropori

Membran dengan ukuran  $<$  dari 2 nm (Mulder, 1996).

Membran padat adalah lapisan film tipis dengan ukuran pori  $<0,001$   $\mu$ m dan kerapatan pori rendah. Membran ini mampu memisahkan molekul yang sangat kecil yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori. Prinsip pemisahan membran ini didasarkan pada kelarutan antara membran dan umpan. Membran seperti itu biasanya digunakan untuk pervaporasi dan pemisahan gas. Membran berpori memiliki ukuran pori yang lebih besar dan kerapatan pori yang lebih tinggi. Prinsip pemisahan membran didasarkan pada perbedaan ukuran partikel dan ukuran pori membran. Selektivitas pemisahan ditentukan oleh ukuran pori dan hubungannya dengan ukuran partikel yang akan dipisahkan. Membran jenis ini biasa digunakan dalam proses ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi. Membran cair yaitu membran di mana proses pemisahannya tidak ditentukan oleh membrannya atau bahan pembentuk membran tersebut, tetapi oleh sifat molekul pembawa yang sangat spesifik. Media pembawa merupakan cairan yang terdapat dalam pori-pori membran. Permeabilitas terhadap suatu komponen terutama bergantung pada kespesifikan molekul pembawa (Mulder, 1996).

### **II.3.3 Berdasarkan Fungsi**

Berdasarkan fungsi membran terbagi kepada 5 jenis diantaranya : membran mikrofiltrasi, *reverse osmosis*. (Widyanti, 2013), ultrafiltrasi dan nanofiltrasi (Saiful, 2017)

## **II.5 Proses Pemisahan Membran**

Kinerja membran dapat diukur dengan kemampuan membran untuk mencegah, mengatur dan meningkatkan permeasi. Ada beberapa faktor yang mengontrol tingkat penetrasi dan mekanisme transportasi. Salah satunya adalah ukuran kekuatan pendorong dan ukuran molekul osmotik relatif terhadap ukuran permanen yang tersedia. Sifat kimia dispersif, polar, ionik, dll, baik permeat atau bahan yang digunakan untuk membuat membran, dapat mempengaruhi proses pemisahan. Kondisi proses membran harus dirancang dengan hati-hati, namun keterbatasan kinerja tergantung pada sifat membran. Proses pemisahan membran digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan. Secara sederhana, proses pemisahan membran dapat dibagi menjadi dua jenis: proses fisik dan proses kimia. Berbagai proses pemisahan membran dapat diklasifikasikan menurut gaya penggerak, jenis dan konfigurasi membran, atau kapasitas dan mekanisme pelepasan. Pengangkutan zat terpilih melalui membran dapat dicapai dengan menerapkan gaya penggerak (tekanan, suhu, konsentrasi, potensial listrik) melintasi membran.

## **II.6 Tanaman Alpukat**

Tumbuhan alpukat memiliki batang mencapai tinggi 20 m dengan daun sepanjang 12 hingga 25 cm. Bunganya tersembunyi dengan warna hijau kekuningan dan bijinya memiliki berat 100 hingga 1000 g, ukuran biji yang besar, 5 hingga 6,4 cm. Buahnya memiliki kulit lembut tak rata yang berwarna hijau tua hingga ungu kecoklatan, tergantung pada varietasnya. Daging buah alpukat berwarna hijau muda dekat kulit dan kuning muda dekat biji, dengan tekstur lembut. Tumbuhan alpukat memiliki banyak manfaat. Batang pohonnya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Kulit pohonnya digunakan sebagai pewarna coklat pada produk dari bahan kulit. Daun alpukat digunakan 85 untuk mengobati kencing batu, darah tinggi, sakit kepala, nyeri saraf, nyeri lambung, saluran napas membengkak. Daging buahnya dapat dijadikan hidangan serta menjadi bahan dasar untuk beberapa produk kosmetik dan kecantikan, akan tetapi biji yang dihasilkan menjadi limbah karena merupakan produk yang belum dimanfaatkan.



Biji buah alpukat ini ternyata memiliki nilai ekonomis yang tinggi, dan juga pemanfaatan biji alpukat bisa mengurangi limbah bagi lingkungan.

Klasifikasi Tumbuhan Alpukat sebagai berikut (Del, 2003) :

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Laurales

Familia : Lauraceae

Genus : Persea

Species : P. American

Alpukat merupakan buah yang sangat digemari semua kalangan. Produksi alpukat tercatat sejak tahun 2004 oleh badan Pusat Statistik (BPS) yaitu mencapai 307.326 ton per tahun. Tak hanya karena rasanya yang enak ternyata alpukat mempunyai banyak manfaat bahkan biji alpukat kini menjadi produk pembaharuan yang digunakan di bidang industri kimia. Biji alpukat terdiri dari 65% daging buah (*mesokarp*), 20% biji (*endocarp*), dan 15% kulit buah (*perikarp*). Menurut Prasetyowati (2019), biji alpukat mengandung 15–20% minyak. Biji alpukat mengandung minyak yang hampir sama dengan kedelai sehingga biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati.

## II.7 Minyak Biji Alpukat

Minyak biji alpukat bersifat nonpolar karena memiliki rantai karbon yang cukup panjang, bersifat hidrofobik dan mengandung asam lemak. Prasetyowati dkk. (2010), mengekstrak minyak biji alpukat menggunakan pelarut n-heksan, didapatkan minyak sebesar 17,88%, dengan waktu ekstraksi selama 2 jam, massa biji alpukat 50 g (berat kering), dan volume pelarut 200 mL. Proses ekstraksi biji alpukat dalam penelitian ini berlangsung pada kondisi operasi yaitu pada suhu 70–80°C, diharapkan pada kondisi tersebut n-heksan dapat menguap dan minyak dapat terekstraksi secara maksimal. Rendemen minyak yang dihasilkan sebanyak 3% dari setiap sampel 50 g (berat kering).



Gambar II.6 Minyak biji alpukat

Sumber : Ratriani (2022)

Hasil minyak yang diperoleh dari penelitian ini relatif rendah. Penelitian Pramudono dkk. (2008), dan Prasetyowati dkk. (2010), masing-masing mendapatkan minyak biji alpukat sebesar 18,11% dan 17,88% dari berat sampel 50 g (berat kering) dengan menggunakan metode dan pelarut yang sama, yaitu metode ekstraksi dan pelarut n-heksan. Namun, dalam penelitiannya menggunakan sampel yang homogen, berupa biji alpukat dari buah yang sudah matang, sehingga dapat menghasilkan kandungan minyak yang lebih tinggi. Rendemen minyak biji alpukat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu tempat tumbuhnya, tingkat kematangan biji, jenis dan varietas buah alpukat. Minyak biji alpukat mengandung asam lemak berupa asam oleat (70,54%), asam palmitat (11,85%), dan asam linoleat (9,45%) (Prasetyowati dkk., 2010).

## II.8 Merkuri

Merkuri (Hg) menurut Moore adalah unsur renik pada kerak bumi, yakni hanya sekitar 0.08 mg/kg (Morais dkk., 2012). Pada perairan alami, merkuri juga hanya ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil. Merkuri merupakan satu satunya logam yang berada dalam bentuk cair pada suhu normal. Merkuri terserap dalam bahan - bahan partikulat dan mengalami presipitasi. Pada dasar perairan anaerobik, Merkuri berkaitan dengan sulfur. Sifat - sifat kimia dan fisika membuat logam tersebut banyak digunakan untuk keperluan kimia dan industri. Beberapa sifat tersebut diantaranya adalah :

1. Merkuri merupakan satu - satunya logam yang berbentuk cair pada suhu kamar ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dan mempunyai titik beku rendah di banding logam lain, yaitu  $-39^{\circ}\text{C}$ .
2. Kisaran suhu dimana merkuri terdapat dalam bentuk cair sangat lebar, yaitu  $396^{\circ}\text{C}$ , dan pada kisaran suhu ini merkuri rnengembang secara merata.
3. Merkuri mempunyai volatilitas yang tertinggi dari semua logam.
4. Ketahanan listrik merkuri sangat rendah sehingga merupakan konduktor yang terbaik dari semua logam.
5. Banyak logam yang dapat larut dalam merkuri membentuk komponen yang disebut dengan amalgam.
6. Merkuri dan komponen-komponen bersifat racun terhadap semua makhluk hidup.

Merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis logam berat berbahaya dan beracun yang sangat membahayakan bagi kehidupan baik manusia maupun makhluk hidup lainnya, karena efek negatif yang ditimbulkan sebagai akibat terkontaminasi merkuri bisa menyebabkan kematian. Menurut Moore kadar merkuri pada perairan air tawar alami berkisar antara 10 - 100 mg/L, sedangkan pada perairan laut berkisar antara  $< 10 - 30\ \mu\text{g/L}$  (Morais dkk., 2012). Senyawa merkuri bersifat sangat toksik bagi manusia dan hewan.

Salah satu alternatif pengolahan limbah yang mengandung Merkuri (Hg) adalah dengan mengadsorbsi dan melewatkan limbah kedalam suatu media. Hal ini dilakukan dengan menggabungkan beberapa proses dalam satu kesatuan unit instalasi yang mempunyai tingkat removal yang cukup tinggi terhadap merkuri tersebut.

## **II.9 Waktu Kontak**

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorbsi. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat - zat organik akan turun apabila waktu kontaknya cukup dan waktu kontak berkisar 10 - 15 menit (Reynolds, 1982). Namun semakin tinggi waktu kontak juga

berpengaruh pada kejenuhan sehingga adsorben sulit dalam mencapai kesetimbangan.

## **II.10 Filtrasi**

Filtrasi merupakan metode yang dipakai dalam menahan mikroba hingga mikroba yang terkandung dapat terpisah. Salah satu metode yang digunakan untuk menurunkan kadar merkuri dalam larutan yaitu metode filtrasi membran. Filtrasi membran merupakan suatu teknik pemisahan campuran 2 atau lebih komponen tanpa menggunakan panas. Komponen-komponen akan terpisah berdasarkan ukuran dan bentuknya, dengan bantuan tekanan dan selaput *semi-permeable*. Hasil pemisahan berupa *retentate* (bagian dari campuran yang tidak melewati membran) dan *permeate* (bagian dari campuran yang melewati membran). Filtrasi dengan membran dapat memisahkan makromolekul dan koloid dari larutannya.

Filtrasi membran adalah metode pemisahan suatu zat dari campuran homogenya dengan zat lain pada fase cair-cair dengan menggunakan sebuah membran. Membran adalah lapisan tipis yang memisahkan dua fasa yang membolehkan perpindahan spesi-spesi tertentu yang disukai dan menahan spesi lain yang tidak disukai.

## **II.11 Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR)**

Fourier-transform Infrared (FTIR) ialah analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa atau sampel (Hidayati, 2011). Gugus fungsi tersebut akan terindikasi dengan puncak yang berbeda-beda (Pambudi dkk., 2017). Spektroskopi inframerah tertransformasi fourier (Fourier Transformed Infrared, FTIR) dapat mengukur secara cepat gugus fungsi tanpa merusak dan mampu menganalisis beberapa komponen secara serentak. Pada dasarnya Spektroskopi FTIR adalah sama dengan spektroskopi IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar infra-merah melewati sampel (Rohaeti dkk., 2015).

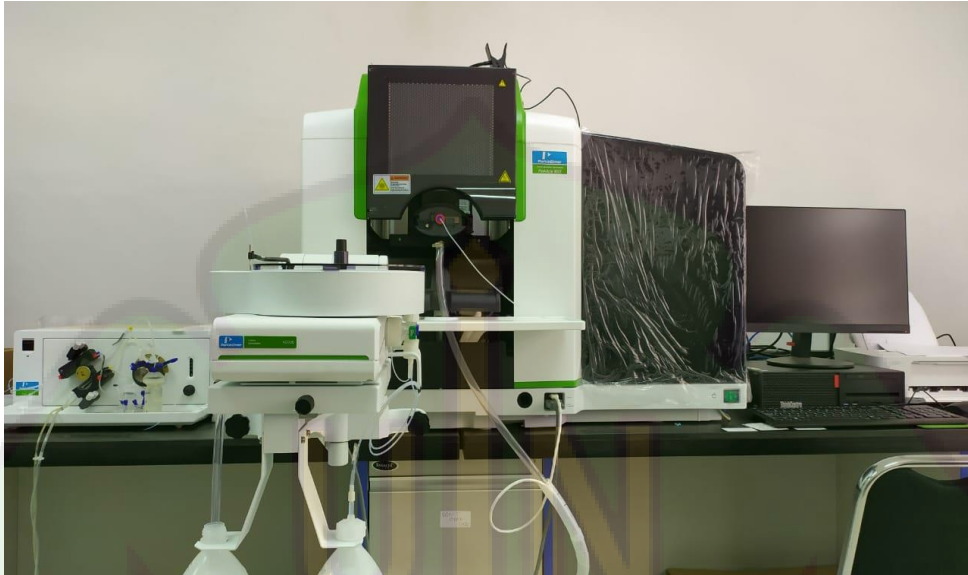
## II.12 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Instrumen yang paling sering digunakan dalam analisis logam berat pada suatu sampel yaitu Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Data hasil analisis dari instrumen Instrumen Spektrofotometer serapan atom (SSA) berupa data kuantitatif yang dihasilkan dengan memanfaatkan penyerapan cahaya yang dilakukan oleh atom dalam keadaan bebas pada panjang gelombang tertentu. Dengan demikian kadar logam berat yang terkandung dalam suatu sampel dapat ditentukan (Khopkar, 1990). Komponen dari SSA diantaranya :

- a. Sumber sinar, *Hallow Cathode Lamp* (HCL) yang terdiri dari katoda cekung yang silindris. Katoda harus terbuat dari unsur yang sama dengan sampel dan anoda dari tungsten. Pada tegangan arus tertentu atom akan memijar dan menguap. Proses emisi terjadi pada panjang gelombang tertentu disebabkan oleh adanya atom yang tereksitasi.
- b. Sumber atomisasi (*Atomizer*), terbagi 2 jenis yaitu sistem nyala dan tanpa nyala.
- c. Monokromator, dapat memisahkan radiasi yang berasal dari sampel atau dengan radiasi pengganggu saat analisis.
- d. Detektor, dapat mengukur cahaya saat pengatoman serta mengubahnya menjadi energi listrik.
- e. Sistem pengolah, mengubah arus listrik menjadi daya serap atom transmisi.
- f. Sistem pembaca, menampilkan data hasil analisis sampel (Muzdalan, 2011).

Instrumen Spektrofotometer serapan atom (SSA) berprinsip pada absorbansi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang yang tergantung pada sifat unsurnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak bergantung pada temperatur. Instrumen Spektrofotometer serapan atom (SSA) terdiri dari tiga komponen unit teratomisasi, sumber radiasi, sistem pengukuran fotometrik. Sumber cahaya pada Instrumen Spektrofotometer serapan atom (SSA) yaitu sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi

sampel yang telah teratomisasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detektor melalui monokromator (Pipit, 2018).



Gambar II.2 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

### II.13 Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi merupakan salah satu aspek yang digunakan untuk mengetahui waktu adsorpsi berlangsung. Model kinetika adsorpsi yang sering digunakan yaitu persamaan orde nol, pseudo orde satu, dan pseudo orde dua (Tan dan Hameed, 2017). Persamaan kinetika adsorpsi pseudo orde satu didasarkan pada daya serap adsorben terhadap adsorbat dengan mengasumsikan bahwa konsentrasi adsorbat berlebih jika dibandingkan dengan sisi aktif pada permukaan adsorben (Tan dan Hameed, 2017). Kinetika pseudo orde dua digunakan untuk menjelaskan tentang dinamika proses adsorpsi. Pseudo orde dua ini mengasumsikan bahwa penentu laju reaksi adalah proses penyerapan kimia yang meliputi pertukaran elektron antara adsorben dan adsorbat (Fransina dan Tanasale, 2007). Kinetika adsorpsi digunakan untuk mengetahui kecepatan adsorben dalam menyerap adsorbat. Laju adsorpsi dapat diketahui berdasarkan dari persamaan laju reaksi (rosyidah, 2008).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga bulan Agustus tahun 2022 di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry, Darussalam, Banda Aceh.

#### **III.2. Alat dan Bahan Penelitian**

##### **III.2.1 Alat**

Peralatan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu : erlenmeyer 50 mL (*Pyrex*), gelas kimia 50 mL (*Pyrex*), gelas ukur 25 mL (*Duran*) pipet tetes, cawan petri dish (*Pyrex*), seperangkat alat kromatografi sederhana. Instrumen yang digunakan adalah Spektrofotometer *Fourier-transform Infrared* (FTIR) dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) AA PinAAcle 900T

##### **III.2.2 Bahan**

Bahan-bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu : minyak biji alpukat (*TSB avocado oil*), Toluena Diisositrat (TDI), aseton, akuades dan larutan logam merkuri (Hg).

#### **III.3. Metode**

##### **III.3.1 Pembuatan Membran**

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 48 jam di dalam oven dengan suhu 40°C.

### III.3.2 Karakterisasi Membran Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

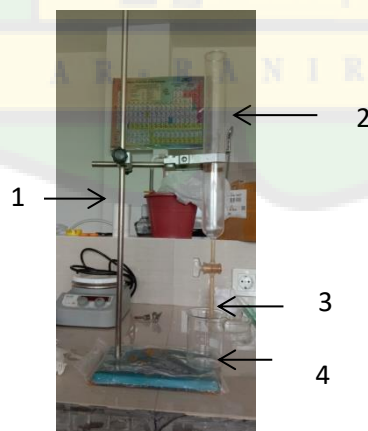
Analisis gugus fungsi membran menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR), dilakukan di Laboratorium Kimia Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

### III.3.3 Penyerapan Maksimum Logam Merkuri (Hg) Dengan Variasi Waktu Kontak

Kolom dirangkai menggunakan statif dan klem. Selembur membran dipotong mengikuti diameter kolom dan dililitkan di ujung kolom. Kemudian dialiri sebanyak 25 mL larutan standar Hg ke dalam kolom. Larutan standar dibiarkan mengalir melalui keran kolom yang terbuka dan ditampung larutan dalam gelas kimia dengan waktu kontak 10 menit, diulangi perlakuan yang sama untuk waktu kontak 20 menit dan 30 menit.

### III.3.4 Penurunan Kadar Logam Merkuri (Hg) Dengan Variasi Konsentrasi

Kolom yang telah berisi membran dialiri larutan standar logam merkuri (Hg) sebanyak 25 mL lalu dibiarkan mengalir melalui keran kolom yang terbuka dan ditampung sampel dalam gelas kimia dengan waktu kontak 20 menit, diulangi perlakuan yang sama untuk konsentrasi 20  $\mu\text{g/L}$  dan 30  $\mu\text{g/L}$  dengan waktu kontak 20 menit.



Gambar 3.1 Instrumen Kolom Sederhana



Keterangan:

- 1 : Statif dan Klem.
- 1 : Kolom Kromatografi.
- 3 : Membran dari minyak biji alpukat.
- 2 : Gelas kimia.

### **III.3.5 Pengujian Kadar Hg Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Analisis penurunan kadar Hg menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom, dilakukan di laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil Penelitian

##### IV.1.1 Preparasi Sampel

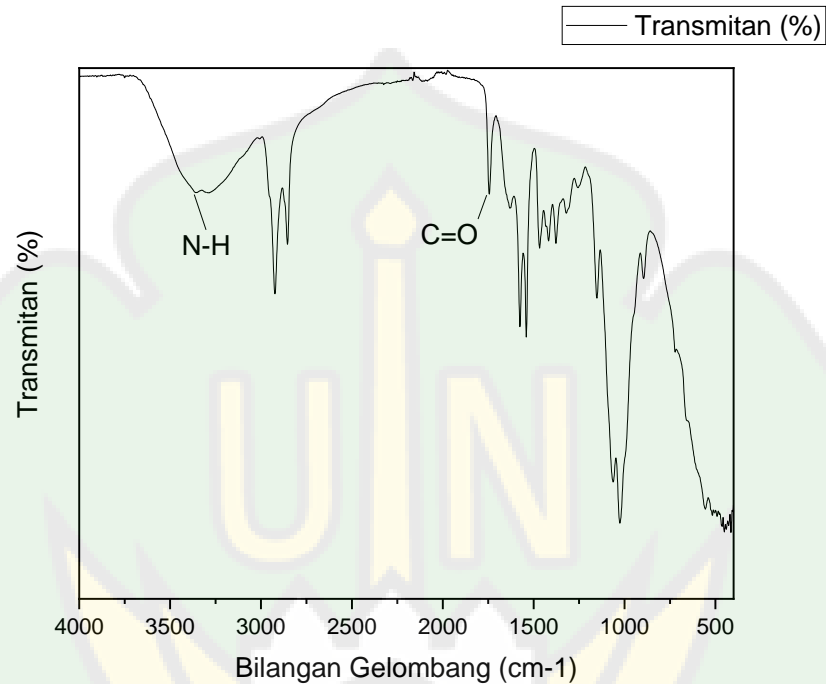
Proses pembuatan membran terdiri dari penyiapan alat dan bahan seperti timbangan, *magnetic stirrer*, gelas kimia, dan juga plat kaca. Untuk bahan yang dipersiapkan yaitu minyak biji alpukat (*TSB avocado oil*), TDI dan aseton. Minyak biji alpukat direaksikan dengan TDI sebagai sumber isosianat dengan formulasi 0,75 gram minyak biji alpukat, 0,3 gram TDI dan digunakan 1 mL aseton sebagai pelarut kemudian di stirrer selama 60 menit. Selanjutnya larutan dope dituang di atas plat kaca dan di oven selama 48 jam dengan suhu 45°C (Ginting, 2010).



Gambar IV.1 Membran Minyak Biji Alpukat

#### IV.1.2 Karakterisasi Membran Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR)

Hasil karakterisasi membran menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar IV.2 Spektrum Membran Minyak Biji Alpukat

#### IV.1.3 Variasi Waktu

Data hasil pengukuran larutan merkuri (Hg) dengan variasi waktu kontak dapat dilihat pada tabel IV.3

Tabel IV.3 Hasil pengukuran larutan merkuri (Hg) dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

No	Larutan Hg (µg/L)	Waktu (Menit)	Hasil (µg/L)
1	Hg 10	10	2,113
2	Hg 10	20	1,784
3	Hg 10	30	2,070

#### IV.1.4 Variasi Konsentrasi

Data hasil pengukuran larutan Hg dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada tabel IV.4

Tabel IV.4 Data hasil pengukuran larutan merkuri (Hg) dengan variasi konsentrasi menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

No	Larutan Hg ( $\mu\text{g/L}$ )	Waktu (Menit)	Hasil ( $\mu\text{/L}$ )
1	Hg 10	20	1,617
2	Hg 20	20	0,6564
3	Hg 30	20	1,003

#### IV.1.5 Penentuan Kinetika Adsorpsi Berdasarkan Data Hasil Variasi Waktu Menggunakan Membran Dari Minyak Biji Alpukat

Data hasil penentuan kinetika adsorpsi membran dari minyak biji alpukat berdasarkan variasi waktu dapat dilihat pada tabel IV.5

Tabel IV.5 Data hasil penentuan kinetika adsorpsi

No	C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Ct (mg/L)	t (Menit)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)
1	0,1	0,001617	0,002113	10	0,00052	0,00049
2	0,1	0,0006564	0,001784	20	0,00058	0,00051
3	0,1	0,0011003	0,00207	30	0,00056	0,0005

Keterangan :

C0 : Konsentrasi Awal (mg/L)

Ce : Konsentrasi Sisa (mg/L)

Ct : Konsentrasi Sisa dalam Waktu (mg/L)

t : Waktu Kontak (Menit)

Qe : Kapasitas Adsorpsi Pada Saat Kesetimbangan (mg/g)

Qt : Kapasitas Adsorpsi Pada Saat Waktu (mg/g)

## **IV.2 Pembahasan**

### **IV.2.1 Preparasi Sampel**

Membran yang digunakan pada penelitian ini merupakan membran yang memiliki bahan dasar minyak biji alpukat. Komponen yang dimanfaatkan dalam proses pembuatan membran pada minyak biji alpukat adalah asam lemak yang terkandung didalamnya. Preparasi sampel merupakan tahapan yang sangat penting dalam menganalisis kandungan Hg. Penelitian ini menggunakan membran sebagai media filtrasi dengan variasi rasio minyak dan TDI sebanyak 0,75:0,3. Pemilihan rasio perbandingan ini berdasarkan penelitian yang dilakukan Fadhila (2022), yang menyatakan perbandingan ini merupakan variasi membran paling optimum. Penggunaan TDI pada proses pembuatan membran yaitu sebagai pereaksi isosianat, semakin tinggi 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) (Saiful dkk., 2017). Berdasarkan hal tersebut membran ini dapat digunakan sebagai media filtrasi dengan mengalirkan larutan standar Hg dengan tekanan dan variasi waktu beragam.

Variasi 0,75:0,3 menghasilkan membran yang mudah dilepaskan dari plat kaca, elastis, seperti kertas dan juga homogen yang menandakan reaksi berlangsung sempurna. Namun pada proses stirrer berlangsung pada larutan dope terdapat gelembung yang akan berpengaruh terhadap membran yang dihasilkan. Marlina (2010), pada penelitiannya menyatakan adanya gelembung atau busa disebabkan kenaikan temperatur yang memicu TDI lebih reaktif sehingga ikatan silang sangat cepat bereaksi. Penambahan aseton sebanyak 1 mL bertujuan untuk menghilangkan gelembung atau busa pada membran.

### **IV.2.2 Karakterisasi Membran Menggunakan Spektrofotometer FTIR**

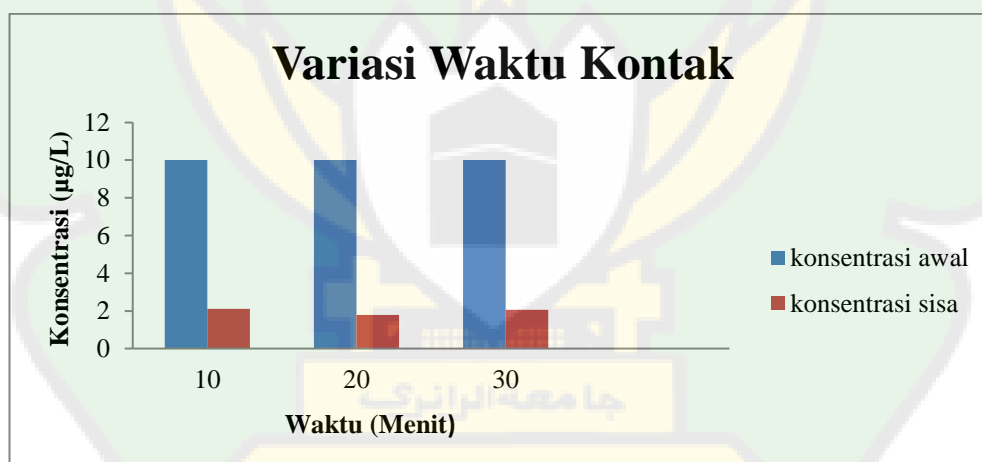
Pengujian FTIR bertujuan untuk menentukan struktur membran dengan menampilkan data penting berupa gugus fungsi suatu molekul. Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa ikatan uretan ditandai dengan adanya serapan terhadap ikatan N-H pada bilangan gelombang 3600-3300. Tidak ada serapan OH

pada rentang 3750 – 3000  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus NCO menandakan reaksi polirol dan isosianat telah berlangsung sempurna (Harmono dkk., 2005).

Hasil data yang diperoleh yaitu ikatan N-H yang terbentuk pada membran terjadi pada bilangan gelombang 3362,02  $\text{cm}^{-1}$  dan ikatan C=O terjadi pada panjang gelombang 1742  $\text{cm}^{-1}$ . Terbentuknya poliuretan ditandai dengan adanya serapan N-H pada 3600-3300  $\text{cm}^{-1}$  dan adanya gugus C=O pada 1702,42  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya serapan N-H dan C=O menandakan bahwa ikatan uretan telah terbentuk (Saiful dkk., 2017).

#### IV.2.3 Variasi Waktu Kontak

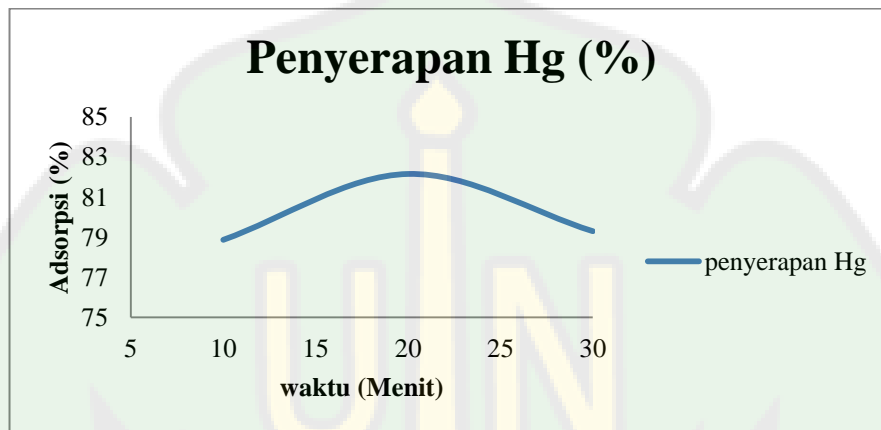
Berdasarkan hasil analisis pada laboratorium didapatkan hasil pengukuran dari larutan standar logam Hg dengan variasi waktu selama 10, 20 dan 30 menit menggunakan instrumen spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dapat dilihat dari diagram sebagai berikut :



Gambar IV.3 Diagram Hasil Pengukuran dengan Variasi Waktu Kontak

Pengaruh variasi waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu difusi logam Hg pada membran secara maksimum. Grafik diatas menunjukkan bahwa membran dari minyak biji alpukat optimal dalam menurunkan kadar logam Hg pada larutan standar logam Hg nilai adsorbansi dari setiap penambahan waktu

berbeda beda. Pada variasi waktu kontak 10 menit diperoleh nilai adsorbansi sebesar 2,113  $\mu\text{g/L}$ , pada variasi waktu kontak 20 menit diperoleh nilai adsorbansi sebesar 1,784  $\mu\text{g/L}$  dan pada variasi 30 menit diperoleh nilai adsorbansi sebesar 2,070  $\mu\text{g/L}$ . Berikut grafik persen adsorpsi penurunan kadar logam Hg menggunakan membran dari minyak biji alpukat :



Gambar IV.5 Grafik Adsorpsi Logam Hg

Dari pengujian variasi waktu kontak 10, 20 dan 30 menit hasil menunjukkan penyerapan logam Hg yang paling optimal terjadi pada variasi 20 menit yaitu sebesar 1,784  $\mu\text{g/L}$ . Pada penelitian yang dilakukan Eily dkk. (2018), variasi waktu kontak yang digunakan yaitu 5, 10, 15, 20, 25 menit dengan hasil paling optimal pada variasi waktu 25 menit dengan persen adsorpsi sebesar 92,964%. Peningkatan persentase adsorpsi Hg terjadi seiring dengan bertambahnya waktu kontak, hal ini karena semakin lama waktu kontak mengakibatkan interaksi dan tumbukan adsorben dengan ion Hg (II) semakin besar sehingga semakin banyak ion Hg (II) yang teradsorpsi (Roring dkk., 2013). Penelitian ini menunjukkan hasil adsorpsi Hg terjadi secara signifikan dimana pada variasi 10 menit penurunan kadar Hg nya sebesar 78,87%, 20 menit sebesar 82,16%, dan 30 menit sebesar 79,3%. Dari hasil persen adsorpsi menyatakan bahwa membran yang diaplikasikan mengadsorpsi logam Hg secara optimal dengan kadar penurunan yang tidak jauh berbeda.

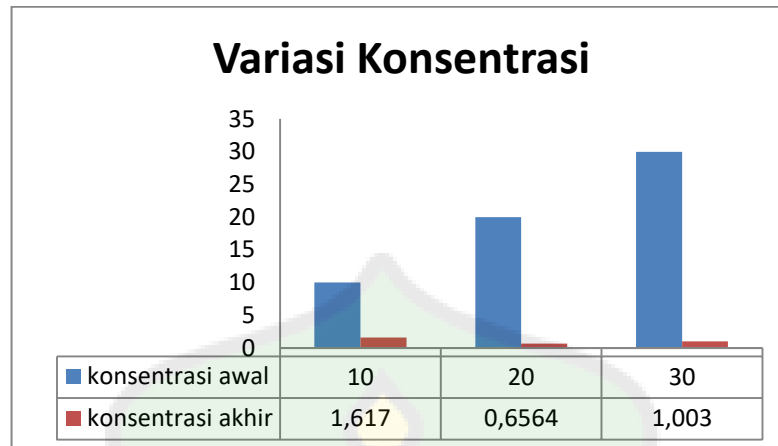
Sahara dkk. (2018), mengungkapkan terjadinya peningkatan kembali pada menit ke 30 disebabkan sisi aktif dari membran telah terjenuhkan oleh logam Hg sehingga penyerapan menurun, proses ini disebut proses desorpsi yaitu proses dimana terlepasnya molekul, ion atau ion partikel yang terserap oleh suatu padatan. Volume larutan merkuri (Hg) yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 25 mL. Berdasarkan penelitian dari Marlina (2007), menunjukkan membran mampu menjadi media filtrasi dalam menurunkan kadar Hg pada air sumur penduduk daerah tambang emas di kabupaten aceh jaya dengan kadar penurunan 0,604% berat. Merkuri merupakan salah satu unsur yang paling beracun di antara logam berat yang ada dan apabila terpapar pada konsentrasi yang tinggi akan mengakibatkan kerusakan otak permanen dan kerusakan ginjal (Stancheva, 2013).

#### **IV.2.4 Variasi Konsentrasi**

Variasi konsentrasi merupakan salah satu yang penting dalam pengujian penurunan kadar logam Hg. Pada penelitian ini digunakan 3 tingkatan konsentrasi dimana yang tertinggi yaitu 30  $\mu\text{g/L}$ . Pada dasarnya penelitian ini ditujukan untuk menunjukkan keoptimalan membran dari minyak biji alpukat dalam menurunkan kadar logam Hg yang akan diaplikasikan ke lingkungan yang terpapar logam Hg, salah satunya yaitu lingkungan pertambangan ilegal yang tidak memenuhi baku mutu. Kebanyakan pertambangan ilegal dilakukan di badan sungai karena membutuhkan air mengalir pada proses pendulangan emas. Berdasarkan Permenkes No 32 tahun 2017 menyebutkan bahwa kadar maksimum logam Hg dalam air higiene sanitasi yaitu sebesar 0,001 mg/L. Perlakuan ini dilakukan pada waktu kontak yang paling optimal yaitu 20 menit dengan 3 variasi konsentrasi. Pada konsentrasi 10  $\mu\text{g/L}$  diperoleh hasil penurunan kadar logam Hg sebesar 1,617  $\mu\text{g/L}$ , pada konsentrasi 20  $\mu\text{g/L}$  diperoleh hasil penurunan kadar logam Hg sebesar 0,6564  $\mu\text{g/L}$  dan pada perlakuan konsentrasi 30 $\mu\text{g/L}$  diperoleh hasil sebesar 1,003  $\mu\text{g/L}$ .

Berikut diagram hasil pengukuran konsentrasi awal dan juga penurunan kadar logam Hg menggunakan spektrofotometer Serapan Atom (SSA) :





Gambar IV.6 Diagram Hasil Pengukuran dengan Variasi Konsentrasi

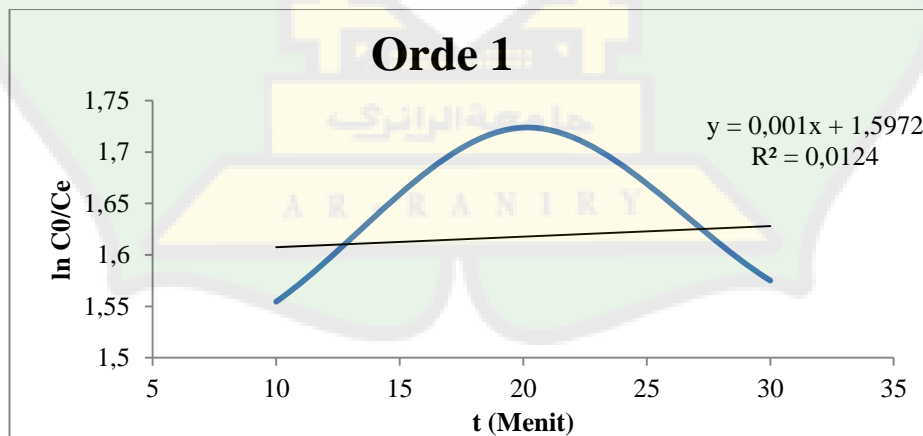
Berdasarkan diagram diatas dapat diamati penurunan kadar logam Hg yang sangat spesifik dimana pada konsentrasi 10  $\mu\text{g/L}$  diperoleh penurunan kadar logam Hg sebesar 83,83%, pada 20  $\mu\text{g/L}$  diperoleh penurunan kadar logam Hg sebesar 96,718% dan pada konsentrasi 30  $\mu\text{g/L}$  penurunan kadar logam Hg sebesar 96,65%. Penyerapan maksimum terjadi pada konsentrasi 20  $\mu\text{g/L}$  hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor baik internal maupun eksternal.

#### IV.2.5 Penentuan Kinetika Adsorpsi Berdasarkan Data Hasil Variasi Waktu Menggunakan Membran Dari Minyak Biji Alpukat

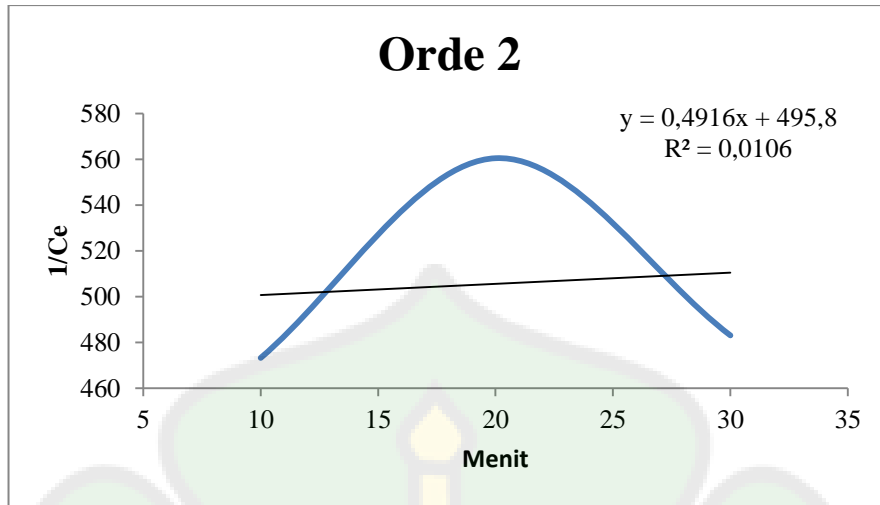
Model kinetika adsorpsi digunakan untuk memprediksikan kecepatan perpindahan adsorbat dari larutan ke adsorben yang dirancang (Ho dan McKay, 1999). Tingkat kecepatan penyerapan dari membran terhadap logam Hg dapat ditentukan menggunakan pemodelan kinetika adsorpsi. Penentuan karakteristik kinetika adsorpsi pada membran dari minyak biji alpukat merupakan tahapan penentuan efisiensi adsorpsi membran dalam mengakumulasi logam Hg yang dialirkan pada media filtrasi. Proses kinetika adsorpsi bergantung pada sifat fisika dan kimia adsorben serta kondisi pada saat pengoperasian (Adekola dkk., 2016 dan Ayuba dkk., 2020).

Penentuan model kinetika ini berdasarkan pemodelan kinetika reaksi yaitu Orde 1, Orde 2, Pseudo Orde 1, Pseudo Orde 2 dan Evolich. Reaksi yang hanya tergantung pada konsentrasi salah satu reaktannya saja akan merupakan reaksi yang mengikuti model kinetika orde satu sedangkan model kinetika orde dua tergantung pada kuadrat konsentrasi salah satu reaktannya atau konsentrasi dua reaktan yang terlibat. Model kinetika pseudo orde satu diturunkan berdasarkan persamaan laju reaksi Lagergren (Ho, 2004). Model kinetika pseudo orde dua tergantung pada kemampuan mengadsorp masing-masing fase padat.

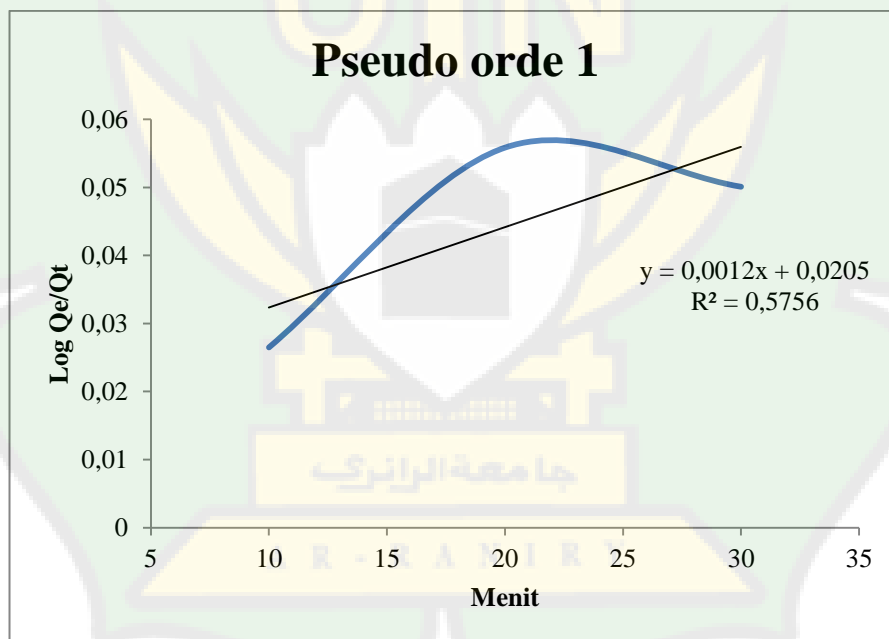
Ho dan McKay (1999), menyatakan jika diasumsikan bahwa kapasitas mengadsorp proporsional terhadap jumlah situs aktif (*active site*) pada adsorben. Dimana  $q_e$  adalah kapasitas adsorpsi pada saat kesetimbangan,  $q_t$  adalah kapasitas adsorpsi pada saat waktu  $t$ ,  $t$  adalah waktu. Persamaan Elovich adalah persamaan kemisorpsi yang diturunkan berdasarkan persamaan Zeldowitsch (1934) dan telah digunakan untuk menentukan laju adsorpsi karbon monoksida dalam mangan dioksida yang menurun secara eksponensial dengan meningkatnya jumlah gas yang ditambahkan (Ho, 2006). Berikut grafik pemodelan kinetika absorpsi menggunakan pemodelan Orde 1, Orde 2, Pseudo Orde 1, Pseudo Orde 2 dan Evolich :



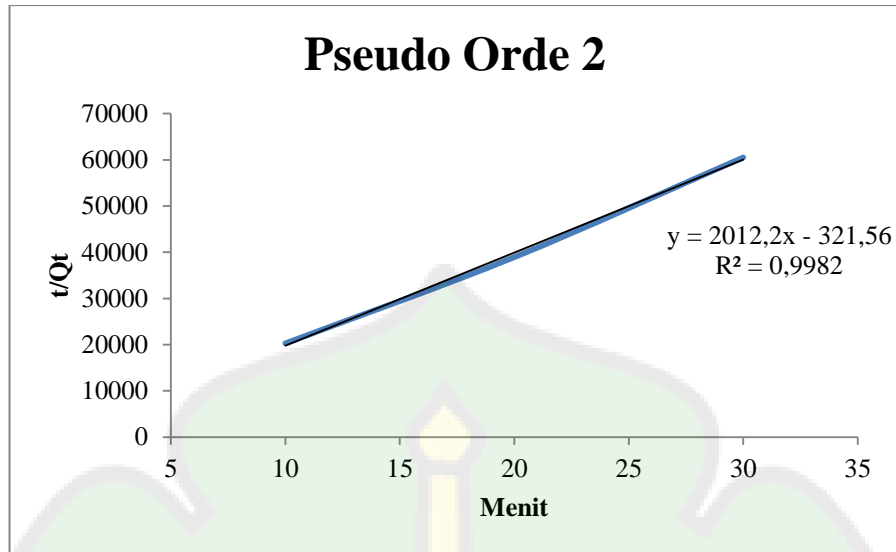
Gambar IV.7 Grafik persamaan Orde 1



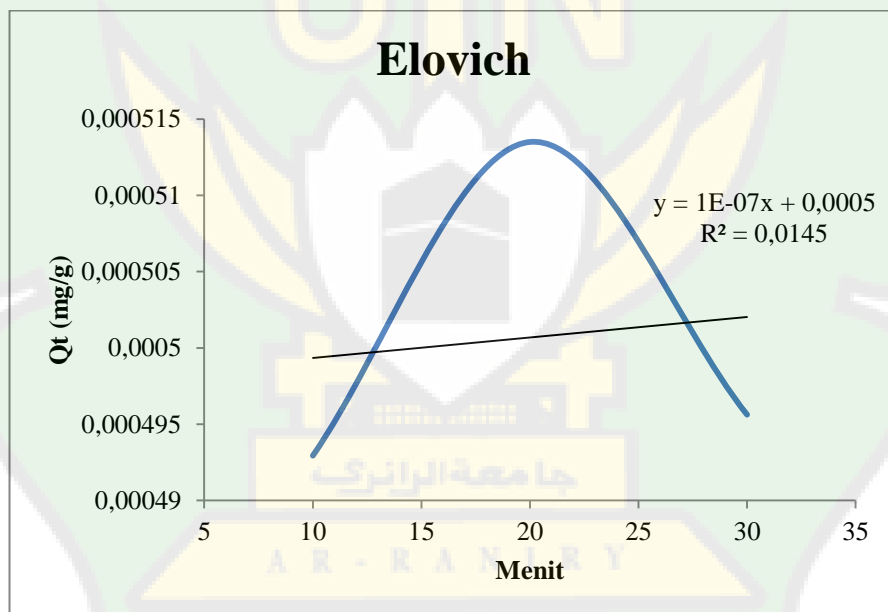
Gambar IV.8 Grafik Persamaan Orde 2



Gambar IV.9 Grafik Persamaan Pseudo Orde 1



Gambar IV.10 Grafik Persamaan Pseudo Orde 2



Gambar IV.11 Grafik Persamaan Elovich

Menurut (alkin, 1990) koefisien regresi ( $R^2$ ) yang memiliki nilai mendekati 1 menunjukkan hasil yang paling sesuai. Persamaan yang dilakukan pada penentuan kinetika adsorpsi menunjukkan persamaan Pseudo Orde 2 memiliki

nilai regresi yang paling sesuai yaitu  $R^2 = 0,9982$ . Hal ini menunjukkan bahwa penentuan kinetika adsorpsi pada membran dari minyak biji alpukat terhadap logam Hg memenuhi persamaan pseudo orde 2 hal ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemodelan pseudo orde 2 lebih sesuai pada adsorpsi logam berat seperti besi dan logam lainnya diantaranya adsorpsi Pb (II) oleh sedimen (Ayuba dkk., 2020), adsorpsi Fe (II) oleh sekam padi (Adekola dkk., 2016); adsorpsi besi oleh kitosan tertaut tiourea (Dai dkk., 2012). Model pseudo orde 2 mengasumsikan bahwa kapasitas adsorpsi proporsional terhadap jumlah situs aktif (Nadeen, 2016). Menurut Hooele dkk. (2013) model pseudo 2 memperkirakan bahwa ion ion logam divalen teradsorpsi secara kimia melalui pertukaran ion logam.

Tabel 4.2.5 Model adsorpsi logam

No	Adsorben	Model Adsorpsi	Jenis Logam	Sumber
1	Granular activated carbon	Pseudo Orde 2	Logam Cr(VI)	Gholipour, dkk., (2011)
2	Manganese Oxide Coated Zeolite (MOCZ)	Pseudo Orde 2	Logam Kromium Heksavalen Cr (VI)	Maula, dkk., (2020)
3	Sedimen hidrotalsit	Pseudo Orde 2	Ion Besi	Nurhidayati, dkk., (2022)
4	Mg/Al dengan ratio molar 2:1	Pseudo Orde 2	Logam Cr(VI)	Kurniawati, dkk., (2013)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dapat disimpulkan :

1. Membran dari minyak biji alpukat memiliki kinerja optimum dalam menurunkan kadar Hg menggunakan metode filtrasi.
2. Dari hasil penelitian diperoleh data bahwa membran dari minyak alpukat mampu menurunkan kadar Hg dengan signifikan dengan kadar penurunan pada variasi waktu kontak 10 menit sebesar 78,87%, pada waktu kontak 20 menit sebesar 82,16% dan 30 menit sebesar 79,3%, sedangkan pada variasi konsentrasi 10  $\mu\text{g/L}$  sebesar 83,83%, pada konsentrasi 20  $\mu\text{g/L}$  sebesar 96,718% dan 30  $\mu\text{g/L}$  sebesar 96,65%.

#### 5.2 Saran

Saran dari penulis yaitu untuk melakukan penelitian lanjutan terkait membran dari minyak biji alpukat agar dapat diaplikasikan lebih luas dan perlu diperhatikan kembali peletakan membran pada saat filtrasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adekola, F. A., Hodonou, D. S. S., & Adegoke, H. I. (2016). Thermodynamic and Kinetic Studies of Biosorption of Iron and Manganese from Aqueous Medium Using Rice Husk Ash. *Applied Water Science*. 6(4), 319-330.
- Alkin, C. M. (1990). *The Cost of Evaluation*. California : Sage.
- Andriani, A. (2020). Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) pada Tumbuhan Paku (*Pityrogramma calomelanos* L) sebagai Bioakumulator Di Kawasan Pertambangan Emas Desa Pantan Luwas. *Skripsi*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Ayuba, A. M., Ladan, M., & Muhammad, A. S. (2020). Thermodynamic and Kinetic Study of Pb (II) Amputation by River Sediment. *Applied Journal of Environmental Engineering Science*. 3(1), 213-226.
- Baker, R.W. (2004). *Membrane Technology and Applications, second ed.* Wiley : Hoboken, NJ.
- Baker. R. W.(2012). *Membrane Technology and Applications, Membrane Technology and Research*. California : Inc. Newark.
- Dai, J., Ren, F. L., & Tao, C. Y. (2012). Adsorption Behavior of Fe(II) and Fe(III) Ions on Thiourea Cross-Linked Chitosan With Fe(II) as Template. *Molecules*. 17(4), 4388-4399.
- Del, M. (2003). *InPhitocemical Analysis of Avocado Seeds (Persea Americana Mill., c.v. Hass)*. Bogor : ebook.
- Eily, W., & Khaldun, I. (2018). Efektivitas Adsorpsi Ion Merkuri (II) Menggunakan Alternatif Adsorben Butiran Kerikil Putih yang Terlapisi Kitosan pada Pejernih Air Portable. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*. 3(4).
- Emelda, C., Supriatno, & Ali, M. (2017). Tingkat Akumulasi Merkuri (Hg) Pada Organ Tubuh Kelas Gastropoda Di Kawasan Perairan Sungai Sikulat Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal EduBio Tropika*. 5(1), 21–26.
- Enneking, L., A. Heintz, & R. N. Lichtenthaler. (1996). Sorption Equilibria of The Ternary Mixture Benzene/ Cyclohexene/ cyclohexane in

- Polyurethane and PEBA Membranes Polymers. *Journal Of Membrane Science*. 115(2), 161-170.
- Fadhila, R. (2022). Pembuatan dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (*Persea americana*) Sebagai Membran dengan Metode inversi Fasa. *Skripsi*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Fitriani, F., Marlina., & Khairan. (2016). Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Minyak Biji Alpukat (*Avocado Seed Oil*) dan Heksametilen-1,6-Diisosianat (HMDI). *Jurnal Natural*. 16(2).
- Fransina, E. G., & Tanasale M. F. J. D. P. (2007). Studi Kimia Adsorpsi Biru Metilena pada Kitin dan Kitosan. *Jurnal Sains MIPA*. 13(3), 171-178.
- Ginting, M. (2010). *Pemanfaatan Hasil Hidrolisadan Alkoksi dengan Gliserol dari Epoksida Minyak Kemiri Seba Poliol untuk Pembuatan Poliuretan*. Medan : USU Press.
- Gova, A. M., & Oktasari, A. (2019). Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Logam Berat Merkuri (Hg). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 2(1).
- Gupta, V.K., Agarwal, S., & Saleh, T.A. (2011). Synthesis And Characterization Of Alumina-Coated Carbon Nanotubes And Their Application For Lead Removal. *Journal of Hazardous Material*. 185 (1), 17–23.
- Harmono, S. T. P., & Andoko, A. (2005). *Budi Daya & Peluang Bisnis Jahe*. Tangerang : Agromedia.
- Ho, Y. S. (2006). Second-order Kinetic Model for the Sorption of Cadmium onto Tree Fern : A Comparison of Linear and Non-Linear Methods. *Water Research*. 40(1), 119-125.
- Ho, Y. S. (2004). Selection Of Optimum Sorption Isotherm. *Carbon*. 42(10), 2115-2116.
- Ho, Y. S., & McKay, G. (1999). Pseudo-second Order Model for Sorption Processes. *Process Biochemistry*. 34(5), 451-465.
- Huang, S.L., & Lain, J. Y. (1996). HTPB-H12MDI Based Polyurethane IPN Membranes for Pervaporasi. *Journal of Membrane Science*. 115(1), 1-10.



- Kusakabe, K., S. Yoneshige, & S. Morooka. (1998), Separation of Benzene/cyclohexane, mixtures using Polyurethane-Silica Hybrid Membranes, *Journal of Membrane Science*. 149(1), 29-37.
- Khopkar. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Kristianto, P. (2002). *Industrial Ecology*. Yogyakarta : ANDI.
- Lingkubi, O. (2004). Upaya Pemerintah dalam Mengatasi dampak Pencemaran Pertambangan Rakyat di Kecamatan Dimembe. *Makalah*. Membe : Seminar Masalah dan Solusi Penambangan Emas.
- Marlina. (2007). Pemanfaatan Asam Lemak Bebas Teroksidasi dari Minyak Jarak untuk Sintesis Membran Poliuretan. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 6(2).
- Marlina. (2010). Sintesis Membran Poliuretan dari Karagenan dan 2,4 Toylulene Diisosianat. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*.7(3).
- Morais, S., Costa, F. G., & Pereira, M. L. (2012). Heavy metals and human health. *Environmental health – emerging issues and practice*.10(1), 227–246.
- Mulder, M., & Mulder, J. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology*. Boston : Springer Science & Business Media.
- Muzdaleni. (2011). Analisa Kandungan Logam Berat Pb dan Fe dengan Metode Spektrofometri Serapan Atom Terhadap Ikan Sardine diPekanbaru. *Skripsi*. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Kasim Riau.
- Nababan, J., A. (2019). Sintesis Poliuretan Melalui Polimerisasi Difenil Metana 4,4 Diisosianat (MDI) dengan Polioliol Hasil Hidroksilasi Minyak Biji Alpukat. *Skripsi*. Prodi Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara.
- Nadeen, F. M., Oves, M., Saghir, K. A., Huda, Q. M., & T. Almeelbi. (2016). Heavy Metals: Biological Importance and Detoxification Strategies. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*.7(2), 1-15.
- Nafi'ah, R. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (II) dengan Adsorben Arang Aktif dari Sabut Siwalan. *J. Farm. Sains dan Praktis*. 1(2) 28–37.
- Nunes, S. P., & Peinemann, K. V. (2001). *Membrane Technology*. Willey-vch.
- Odian, G. (1991). *Principles of Polymerization*. USA : John Wiley & Son, Inc.
- Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. (2017). Analisa Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Aspe*)

- Hasil Proses Alkalisasi sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik*. 6(2), F435-F440.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Jakarta : JDIH BPK RI.
- Pipit, A. (2018). Penetapan Kadar Fe (Besi) pada Air Tanah di Kelurahan Mojosongo Kota Surakarta Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi*. Surakarta : Universitas Setia Budi.
- Pramudono, B., Widioko, S. A., & Rustyawan, W. (2008). Ekstraksi Kontinyu dengan Simulasi Batch Tiga Tahap Aliran Lawan Arah : Pengambilan Minyak Biji Alpukat Menggunakan Pelarut n-hexane dan Iso Propil Alkohol. *Jurnal Reaktor*. 12(1), 37-41.
- Prasetyowati, Retno, P., & Fera, T. (2010). Pengambilan Minyak Biji Alpukat (*Persea americana mill*) Dengan Metode Ekstraksi, *Jurnal Teknik Kimia*. 17(2).
- Priadi, C. R., Anita, Sari, P. N., & Moersidik, S. S. (2014). Adsorpsi Logam Seng dan Timbal Limbah Cair Industri Keramik oleh Limbah Tanah Liat. *Reaktor*. 15(1), 10-19.
- Ramanathan, L. S., Sivaran, S., & Munmaya, K. M. (1999). *Polyurethanes, polymer datahandbook*. USA : Oxford University Press Inc.
- Ratriani, V. (2022). Ini Penyebab Kenapa Minyak Goreng Mahal dan Langka Menurut Kemendag. *Industri. Kontan. Co. Id.* <https://industri.kontan.co.id/news/ini-penyebab-kenapa-minyak-goreng-mahal-dan-langka-menurut-kemendag-1>.
- Reynolds, J. E. (1982). *Marindale: the Extra Pharmacopoeia*. London, UK : The Pharmaceutical Press.
- Rohaetu, E., Rafi, M., Syafitri, U.D., 7 Heryanto, R. (2015). Fourier Transform Infrared Spectroscopy Combined with Chemometrics for Discrimination of Curcuma Longa, Curcuma Xanthorrhiza and

- Zingiber Cassumunar. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 136(1), 1244-1249.
- Roring, S. H., Pitoi, M. M., & Abidjulu, J. (2013). Isoterm Adsorpsi Rhodamin B pada Arang Aktif Kayu Linggua. *Jurnal MIPA*. 2(1), 40-43.
- Rosdiyah, H. (2008). Studi Kinetika Adsorpsi Merkuri (II) pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimmobilisasi pada Matriks Polisilikat. *Skripsi*. Malang : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Sahara, E., Gayatri, P. S., dan Suarya, P. 2018. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Dalam Larutan oleh Arang Aktif Batang Tanaman Gunitir Teraktivasi Asam Fosfat. *Cakra Kimia [Indonesian E-Journal of Applied Chemistry]*. 6(1): 37-45.
- Saiful, M., Shaleha, S., & Rahmi, F.(2017). *Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Bahan Alam*. Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Setiabudi, T. B. (2005). Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Projo, D. I Jogjakarta. Kolokium Hasil Lapangan. DIM.
- Sualang, F.H. (2001). Kondisi, Permasalahan Pertambangan Emas terhadap Lingkungan Hidup di Propinsi Sulawesi Utara. *Makalah disampaikan pada seminar sehari "Dampak Penambangan Emas Dengan Menggunakan Merkuri Terhadap Kesehatan Manusia"*. Manado.
- Suhendra, D. S., Marsaulina, I., & Santi, D. N. (2013). Analisis Kualitas Air Gambut dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Dusun Pulo Gombut Desa Suka Rame Baru Kecamatan Kuala Hulu Kabupaten Labuhan Batu Utara Tahun 2012. *Lingkungan dan Kesehatan*. 2(3).
- Tan, K. L., & Hameed, B. H. (2017). Insight Into the Adsorption Kinetics Models for the Removal of Contaminants from Aqueous Solution. *Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2(1), 21-47.
- Turrahmi, A. (2019). Kebijakan Pemerintah Terhadap Eksplorasi Pertambangan Secara Individual Dalam Perspektif Hukum Islam (Studi Kasus Eksplorasi Pertambangan Emas Di Kawasan Pantan Luas Kabupaten

- Aceh Selatan). *Skripsi*. Banda Aceh : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Trikarini, T. (2005). *Penurunan Kadar Merkuri (Hg) dalam Limbah Cair Laboratorium UII Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa*. Yogyakarta : JTL, UII.
- Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. (2021). Data Pertambangan Mineral Logam dan Batubara. <http://walhiaceh.or.id/2021/04/07/data-pertambangan-mineral-logam-dan-batubara>.
- Wenten, I. G. (2002). Reverse osmosis applications: Prospect and challenges. *Desalination*. 391(1), 112-125.
- Widayanti, N. (2013). Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format. *Skripsi*. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Zeldowitsch, J. (1934). The Catalytic Oxidation of Carbon Monoxide on Manganese Dioxide. *Acta Physicochim*. 1(1), 364-449.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Perhitungan persamaan kinetika adsorpsi membran

Tabel 1. Data Perhitungan persamaan kinetika adsorpsi membran

waktu (Menit)	C0 (mg/L)	Ce (mg/L)	Ct (mg/L)	Qe (mg/g)	Qt (mg/g)	V (L)	m (g)
10	0,1	0,001617	0,002113	0,00052	0,00049	0,0025	0,4
20	0,1	0,0006564	0,001784	0,00058	0,00051	0,0025	0,4
30	0,1	0,0011003	0,00207	0,00056	0,0005	0,0025	0,4

Penentuan persamaan kinetika adsorpsi yaitu dengan memplotkan nilai yang terdapat pada tabel di atas.

a. Penentuan Persamaan Orde 1

t (Menit)	ln C0/Ce
10	1,554476
20	1,723727
30	1,575036

b. Penentuan Persamaan Orde 2

t (Menit)	1/Ce
10	473,2608
20	560,5381
30	483,0918

c. Penentuan Persamaan Pseudo Orde 1

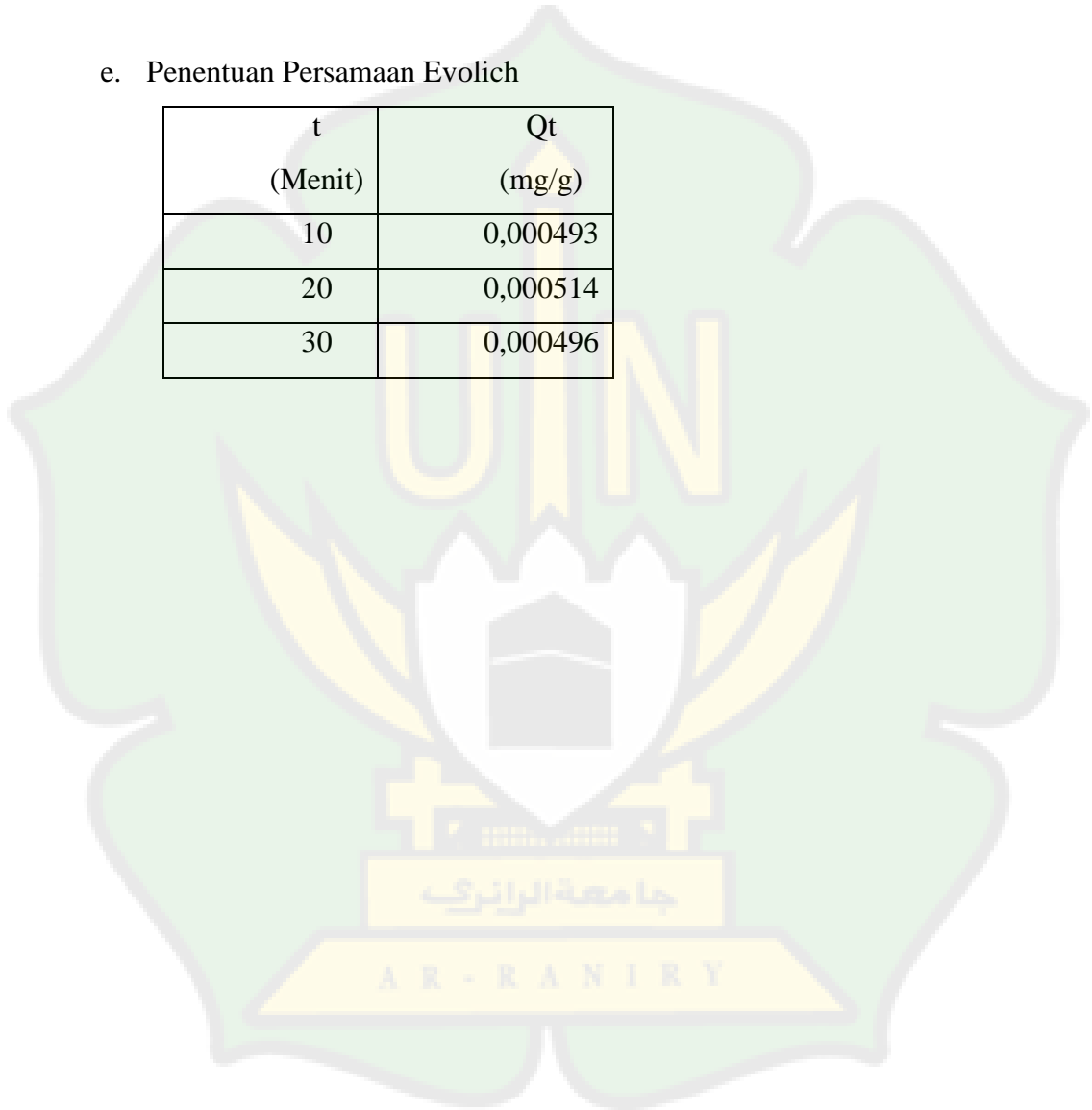
t (Menit)	Log Qe/Qt
10	0,026488
20	0,055854
30	0,050102

d. Penentuan Persamaan Pseudo Orde 2

t (menit)	t/Qt
10	20286,55
20	38948,39
30	60529,63

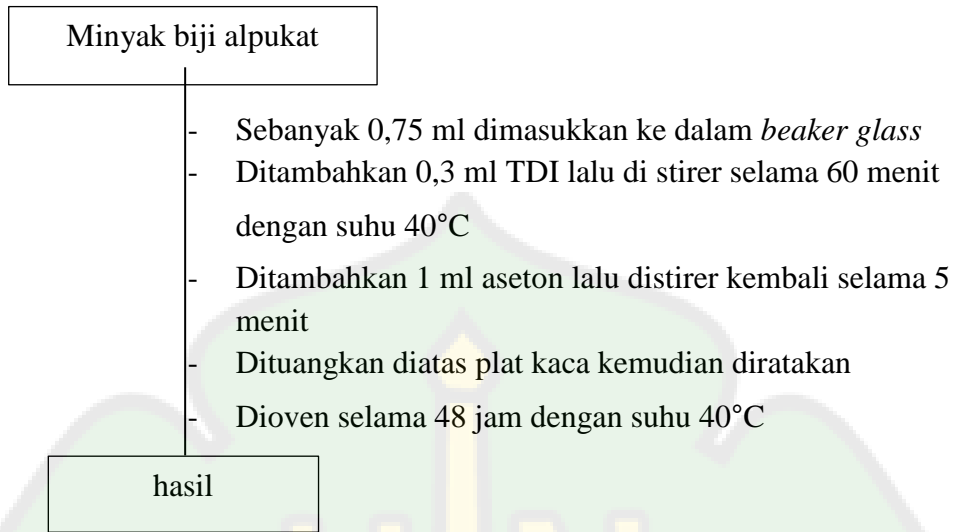
e. Penentuan Persamaan Evolich

t (Menit)	Qt (mg/g)
10	0,000493
20	0,000514
30	0,000496

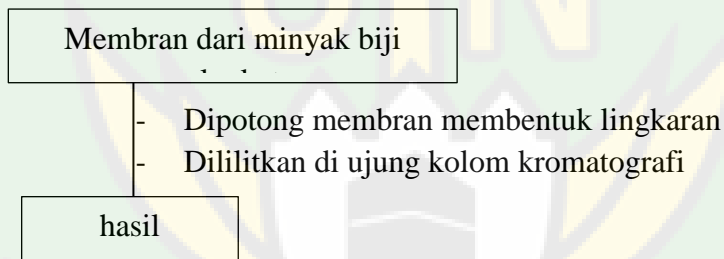


## Lampiran 2. Skema Kerja

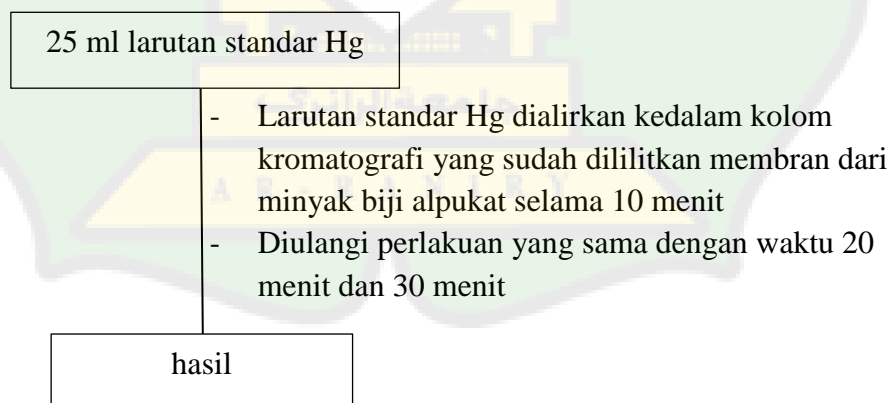
### Skema 1. Pembuatan membran dari minyak biji alpukat



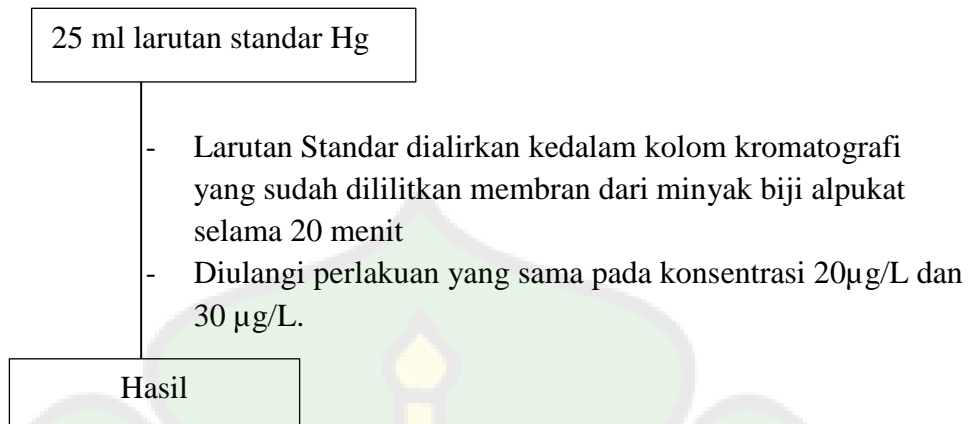
### Skema 2. Proses pengaplikasian membran



### Skema 3. Pengaplikasian membran dengan variasi waktu 10, 20 dan 30 menit.



**Skema 4.** Pengaplikasian membran dengan variasi konsentrasi 10  $\mu\text{g/L}$ , 20 $\mu\text{g/L}$  dan 30  $\mu\text{g/L}$ .



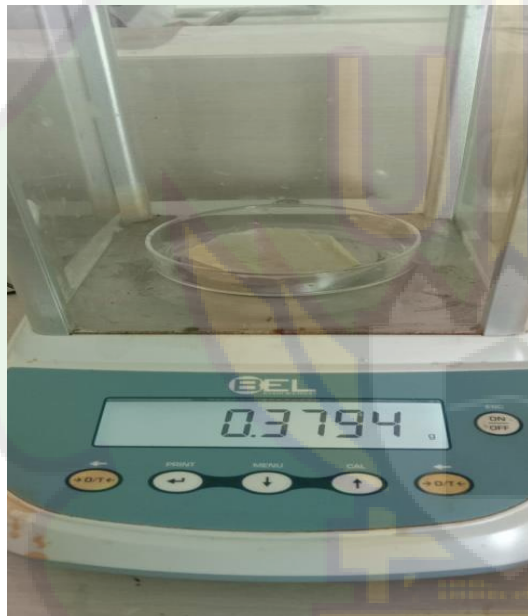


### Lampiran 3. Gambar Pengaplikasian Membran

Gambar	Hasil
	<p>Membran dari Minyak Biji Alpukat.</p>
	<p>Kolom kromatografi yang telah dililitkan membran dari minyak biji alpukat.</p>
	<p>Kolom kromatografi yang siap dialirkan larutan standar Hg.</p>



Pengujian menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)




Massa membran yang digunakan untuk pengaplikasian.

جامعة الرانري

AR-RANIRY

Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Menggunakan Spektrofotometer AA Pinnacle 900T



**Universitas Islam Negeri Ar-Raniry**  
**Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi**  
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi  
 Jl. Syaikh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111


No: B-05/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/8/2022

### Data Pengujian

1. Nama pengguna layanan : Ismi  
 2. Tanggal pengujian : 12 - 25 Agustus 2022  
 3. Nama sampel : Larutan Hg (Cair)  
 4. Jumlah sampel : 3 (tiga)  
 5. Parameter uji : Merkuri (Hg)  
 6. Metode uji : AAS - Flame - FIAS

7. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (µg/L)	Abs
Blank	0,0	0,0000
Std-1	10,0	0,0577
Std-2	20,0	0,1178
Std-3	30,0	0,1750
Std-4	40,0	0,2312
Nilai r <sup>2</sup>	0,999935	
slope	0,00580	
Intercept	0,00040	



8. Evaluasi Pengukuran

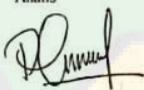
No	Evaluator	Abs	Kons (µg/L)	fp	Hasil (µg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 20 µg/L	0,1187	20,41	1	20,41	0,56	102,32
2	Std-8 20 µg/L	0,1198	20,60	1	20,60	Ok	Ok
3	Std-9 20 µg/L	0,1186	20,39	1	20,39		

RSD < 10 % Target Rec = 20 µg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel

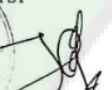
No	Sampel	Abs	Kons (µg/L)	fp	Hasil (µg/L)
1	Hg 10/10t	0,0127	2,113	1	2,113
1	Hg 10/20t	0,0107	1,784	1	1,784
1	Hg 10/30t	0,0124	2,070	1	2,070

Analisis




Rizki Kurniawan, S.Si.

Banda Aceh, 26 Agustus 2022  
 Ks-Lab FST



Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.





**Universitas Islam Negeri Ar-Raniry**  
**Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi**

Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi  
Jl. Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

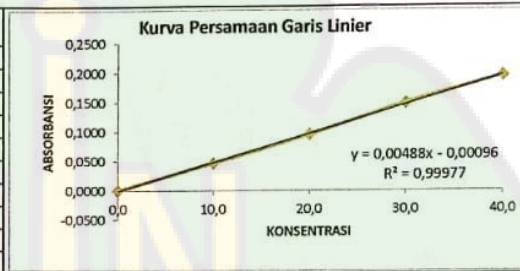
No: B-29/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/8/2022

**Data Pengujian**

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| 1. Nama pengguna layanan | : Ismi               |
| 2. Tanggal pengujian     | : 26 Agustus 2022    |
| 3. Nama sampel           | : Larutan Hg (Cair)  |
| 4. Jumlah sampel         | : 3 (tiga)           |
| 5. Parameter uji         | : Merkuri (Hg)       |
| 6. Metode uji            | : AAS - Flame - FIAS |

7. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (µg/L)	Abs
Blank	0,0	0,0000
Std-1	10,0	0,0470
Std-2	20,0	0,0949
Std-3	30,0	0,1479
Std-4	40,0	0,1937
Nilai r <sup>2</sup>	0,99977	
slope	0,00488	
Intercept	-0,00096	



8. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs	Kons (µg/L)	fp	Hasil (µg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 30 µg/L	0,1486	30,63	1	30,63	0,72	101,89
2	Std-8 30 µg/L	0,1471	30,32	1	30,32	Ok	Ok
3	Std-9 30 µg/L	0,1492	30,75	1	30,75		

RSD < 10 % Target Rec = 30 µg/L Batas Rec = 85-115 %

9. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs	Kons (µg/L)	fp	Hasil (µg/L)
1	Ismi Hg 20t/10	0,0069	1,617	1	1,617
1	Ismi Hg 20t/20	0,0022	0,6564	1	0,6564
1	Ismi Hg 20t/30	0,0039	1,003	1	1,003

Analisis  
  
Rizki Kurniawan, S.Si.

Banda Aceh, 26 Agustus 2022  
K/Lab FST  
  
Rizki Kurniawan, S.Si., M.Si.

