

**PENGARUH KONSENTRASI KITOSAN DAN TEKANAN  
FILTRASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN ZEOLIT-  
KITOSAN DALAM PEMURNIAN MINYAK JARAK PAGAR  
DARI ASAM LEMAK BEBAS DAN AIR**

**SKRIPSI**

oleh:  
**JHONY FAHAMZAH**  
**0510923028-92**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN**  
**ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2009**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KONSENTRASI KITOSAN DAN TEKANAN  
FILTRASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN ZEOLIT-  
KITOSAN DALAM PEMURNIAN MINYAK JARAK PAGAR  
DARI ASAM LEMAK BEBAS DAN AIR**

oleh:

**JHONY FAHAMZAH**

**0510923028-92**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. Bambang Poerwadi, MS**

**NIP. 131 616 318**

**Akhmad Sabarudin, Dr. Sc**

**NIP. 132 158 727**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**Dr. Sasangka Prasetyawan, MS**

**NIP. 131 653 134**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Jhony Fahamzah  
NIM : 0510923028  
Jurusan : Kimia

Penulis tugas akhir berjudul :

**Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dan Tekanan Filtrasi Terhadap Kinerja Membran Zeolit-Kitosan Dalam Pemurnian Minyak Jarak Pagar Dari Asam Lemak Bebas Dan Air**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata tugas akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 8 April 2009  
Yang menyatakan,

(Jhony Fahamzah)  
NIM. 0510923028

# **PENGARUH KONSENTRASI KITOSAN DAN TEKANAN FILTRASI TERHADAP KINERJA MEMBRAN ZEOLIT-KITOSAN DALAM PEMURNIAN MINYAK JARAK PAGAR DARI ASAM LEMAK BEBAS DAN AIR**

## **ABSTRAK**

Zeolit alam merupakan adsorben yang memiliki selektivitas yang tinggi dalam mengadsorpsi suatu molekul berdasarkan polaritas dan porositasnya. Gugus amina yang dimiliki oleh kitosan menyebabkan kitosan mudah larut dalam asam asetat encer membentuk membran hidrogel. Kedua material tersebut bersifat hidrofilik tinggi sehingga baik digunakan dalam pemurnian suatu larutan yang mengandung molekul air maupun FFA. Membran kitosan berpendukung zeolit didesain untuk dapat memurnikan minyak jarak pagar dari FFA dan air. Pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh konsentrasi kitosan dan tekanan filtrasi dalam menurunkan kadar FFA dan air dalam minyak jarak pagar. Konsentrasi kitosan divariasi 1,5 % sampai 3 % dengan tekanan filtrasi dari  $0,9 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$  sampai  $4,5 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan dan tekanan filtrasi berpengaruh dalam penurunan kadar FFA dan air dalam minyak jarak pagar. Kadar FFA berhasil diturunkan sampai 11,54 % pada konsentrasi kitosan 1,5 % dan tekanan filtrasi  $0,9 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$ . Sedangkan kadar air dapat diturunkan hingga 82 % pada semua variasi konsentrasi kitosan dan tekanan filtrasi  $2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$

# THE EFFECT CONCENTRATION OF CHITOSAN AND FILTRATION'S PRESSURE FOR ZEOLITE-CHITOSAN MEMBRANE'S PERFORMANCE IN *JATROPHA CURCAS LINN*'S PURIFICATION FROM FREE FATTY ACID AND WATER

## ABSTRACT

Natural zeolite is adsorbent that has a high selectivity to adsorb a molecule based on its polarity and pore size. Due to the presence of amine group, chitosan is easily dissolved in aqueous acetic acid formed a hydrogel membrane. Both materials have highly hydrophilic property, which indicate an excellent character in purifying a solution containing water and FFA molecules. The Chitosan-zeolite membrane is designed to refine the *Jatropha Curcas Linn* oil from FFA and water. In this research, the effects of chitosan concentration and filtration pressure on decreasing FFA and water content in *Jatropha Curcas Linn* oil were studied. The chitosan concentration was varied from 1.5 % to 3 % along with filtration pressure of  $0.9 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$  to  $4.5 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$ . The results showed that both chitosan concentration and filtration pressure affected in decreasing FFA and water contents of *Jatropha Curcas Linn* oil. The amount of FFA was successfully decreased about 11.54%, when concentration of chitosan 1.5 % and filtration pressure  $0.9 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$  were used. Moreover, the water content was decreased up to 82 % for all variation of chitosan concentration and filtration pressure of about  $2.6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$ .

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dan Tekanan Filtrasi Terhadap Kinerja Membran Zeolit-Kitosan Dalam Pemurnian Minyak Jarak Pagar Dari Asam Lemak Bebas Dan Air**. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Bambang Poerwadi, MS selaku Dosen Pembimbing I dan Akhmad Sabarudin, Dr. Sc selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, kesabaran, dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir.
2. Dr. Sutrisno, MS selaku Dosen Panasehat Akademik, yang telah memberikan bimbingan, semangat serta masukan kepada penulis selama masa studi.
3. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS, Drs. Warsito, Qonitah Fardiyah, S.si. M.si dan Sri Wardhani, S.si, M.si selaku Dosen Penguji atas segala masukan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir.
4. Dr. Diah Mardiana, MS dan semua Dosen dan Staf Pengajar Jurusan Kimia, untuk segala perhatian dan bantuan yang diberikan.
5. Mas Bambang selaku Laboran Laboratorium Kimia Fisik, dan Mas Hadi selaku Laboran Laboratorium Instrumen atas segala kesabaran dan bantuan yang diberikan selama penelitian.
6. Teman-teman Kimia terutama angkatan 2005 dan semua pihak yang turut membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Mengingat terbatasnya kemampuan dan pengetahuan penulis, maka penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan dan kesempurnaannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Malang, April 2009

**Penulis**

## DAFTAR ISI

|                                                              | <b>Halaman</b> |
|--------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                   | i              |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                              | ii             |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                              | iii            |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                         | iv             |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                        | v              |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                  | vi             |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                      | vii            |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                   | x              |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                    | xi             |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                                 | xii            |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                 |                |
| 1.1 Latar Belakang.....                                      | 1              |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                    | 3              |
| 1.3 Batasan Masalah.....                                     | 3              |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                                   | 3              |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                                  | 3              |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                           |                |
| 2.1 Tanaman Jarak .....                                      | 4              |
| 2.1.1 Tanaman jarak pagar ( <i>Jatropha Curcas L</i> ) ..... | 4              |
| 2.2 Membran.....                                             | 5              |
| 2.3 Zeolit.....                                              | 6              |
| 2.4 Kitosan.....                                             | 8              |
| 2.5 Adsorpsi.....                                            | 9              |
| 2.6 Asam Lemak Bebas ( <i>Free Fatty Acid / FFA</i> ) .....  | 10             |
| 2.7 Analisa Kadar Air.....                                   | 11             |
| 2.7 Hipotesis.....                                           | 12             |
| <br><b>BAB III METODE PENELITIAN</b>                         |                |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....                         | 13             |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....                           | 13             |
| 3.2.1 Alat-alat Penelitian .....                             | 13             |
| 3.2.2 Bahan Utama.....                                       | 13             |

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3 Bahan Kimia .....                                                                                                                                      | 13 |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....                                                                                                                                | 13 |
| 3.4 Prosedur Kerja .....                                                                                                                                     | 14 |
| 3.4.1 Preparasi membran .....                                                                                                                                | 14 |
| a) Preparasi zeolit sebagai support material ....                                                                                                            | 14 |
| b) Pembuatan larutan <i>dope</i> kitosan.....                                                                                                                | 14 |
| c) Pembuatan pellet (membran) zeolit-<br>kitosan .....                                                                                                       | 14 |
| 3.4.2 Proses filtrasi minyak jarak pagar .....                                                                                                               | 14 |
| 3.4.3 Uji sifat fisik dan kimia .....                                                                                                                        | 15 |
| a) Uji kadar FFA .....                                                                                                                                       | 15 |
| b) Uji kadar air .....                                                                                                                                       | 15 |
| 3.4.4 Analisa data .....                                                                                                                                     | 16 |
| a) Pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi<br>kitosan terhadap penurunan kadar FFA<br>dalam minyak jarak pagar ( <i>Jatropha</i><br><i>Curcas L</i> )..... | 16 |
| b) Pengaruh tekanan filtrasi dan<br>konsentrasi kitosan terhadap penurunan<br>kadar air dalam minyak jarak pagar<br>( <i>Jatropha Curcas L</i> ).....        | 16 |

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Pembuatan Membran Zeolit-Kitosan.....                                                                                                                                                     | 18 |
| 4.2 Pengaruh Konsentrasi Kitosan Pada<br>Membran Zeolit-Kitosan Serta Tekanan<br>Filtrasi Terhadap Perubahan Kadar FFA<br>Dari Minyak Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curcas</i><br><i>L</i> )..... | 19 |
| 4.3 Pengaruh Konsentrasi Kitosan Pada<br>Membran Zeolit-Kitosan serta Tekanan<br>Filtrasi Terhadap Perubahan Kadar Air Dari<br>Minyak Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curcas L</i> ).....           | 22 |

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 26 |
| 5.2 Saran.....       | 26 |



|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 27 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....       | 32 |

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                  | <b>Halaman</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1 Unit dasar pembentuk zeolit.....                                                                      | 7              |
| Gambar 2.2 Struktur kerangka zeolit.....                                                                         | 7              |
| Gambar 2.3 Struktur kitosan .....                                                                                | 9              |
| Gambar 4.1 Pelapisan dope kitosan pada butiran zeolit.....                                                       | 19             |
| Gambar 4.2 Pengaruh tekanan filtrasi terhadap penurunan kadar FFA.....                                           | 19             |
| Gambar 4.3 Keberadaan molekul-molekul yang terkandung dalam minyak jarak pagar ( <i>Jatropha Curcas L</i> )..... | 21             |
| Gambar 4.4 Pengaruh tekanan filtrasi terhadap penurunan kadar air.....                                           | 22             |
| Gambar 4.5 Ikatan hidrogen yang dibentuk gugus amino dari kitosan dengan molekul air.....                        | 23             |
| Gambar L.1.1.a Minyak Jarak Pagar Sebelum Proses Pemisahan ....                                                  | 32             |
| Gambar L.1.1.b Minyak Jarak Pagar Setelah Proses Pemisahan .....                                                 | 32             |
| Gambar L.1.2 Membran Zeolit-Kitosan.....                                                                         | 33             |
| Gambar L.1.3 Pipa U dan Sel Filtrasi .....                                                                       | 34             |

## DAFTAR TABEL

|               | <b>Halaman</b>                                                  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------|
| Tabel 2.1     | Sifat fisiko-kimia minyak jarak pagar ..... 5                   |
| Tabel L.5.1   | Data volume titrasi penentuan kadar FFA..... 44                 |
| Tabel L.5.1.a | Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar<br>Kitosan 1,5 % ..... 45 |
| Tabel L.5.1.b | Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar<br>Kitosan 2,0 % ..... 45 |
| Tabel L.5.1.c | Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar<br>Kitosan 2,5 % ..... 45 |
| Tabel L.5.1.d | Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar<br>Kitosan 3,0 % ..... 46 |
| Tabel L.5.2   | Data massa minyak sebelum dan sesudah<br>pemanasan ..... 46     |
| Tabel L.5.2.a | Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar<br>Kitosan 1,5 % ..... 47 |
| Tabel L.5.2.b | Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar<br>Kitosan 2,0 % ..... 47 |
| Tabel L.5.2.c | Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar<br>Kitosan 2,5 % ..... 48 |
| Tabel L.5.2.d | Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar<br>Kitosan 3,0 % ..... 48 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            | <b>Halaman</b>                                                                                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lampiran 1 | Gambar - gambar ..... 32                                                                                        |
| Lampiran 2 | Preparasi larutan dan pembakuan ..... 35                                                                        |
| L.2.1      | Preparasi larutan Asam Asetat 2%<br>( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ..... 35                                       |
| L.2.2      | Preparasi larutan indikator fenolftalein 1 % ..... 35                                                           |
| L.2.3      | Preparasi larutan NaOH 0,1 N ..... 35                                                                           |
| L.2.4      | Preparasi Larutan Asam Oksalat<br>( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0,1 N ..... 35 |
| L.2.5      | Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N ..... 36                                                                        |
| Lampiran 3 | Perhitungan ..... 37                                                                                            |
| L.3.1      | Konversi Pipa U ..... 37                                                                                        |
| L.3.2      | Konversi Ukuran Zeolit Alam Turen ..... 37                                                                      |
| L.3.3      | Perhitungan BM campuran ..... 37                                                                                |
| L.3.4      | Perhitungan kadar FFA ..... 38                                                                                  |
| L.3.5      | Perhitungan kadar air ..... 38                                                                                  |
| Lampiran 4 | Diagram Alir Penelitian ..... 39                                                                                |
| L.4.1      | Preparasi zeolit sebagai support material ..... 40                                                              |
| L.4.2      | Pencucian Zeolit Alam Turen ..... 40                                                                            |
| L.4.3      | Pembuatan <i>dope</i> kitosan ..... 41                                                                          |
| L.4.4      | Pembuatan pellet (membran) zeolit-kitosan ..... 41                                                              |
| L.4.5      | Proses filtrasi minyak jarak pagar ..... 42                                                                     |
| L.4.6      | Uji sifat kimia dan fisika ..... 43                                                                             |
| L.4.6.a    | Uji kadar FFA ..... 43                                                                                          |
| L.4.6.b    | Uji kadar air ..... 43                                                                                          |
| Lampiran 5 | Data Hasil Pemurnian Minyak Jarak ..... 42                                                                      |
| L.5.1      | Data Penurunan Kadar FFA Minyak Jarak Pagar .... 44                                                             |
| L.5.2      | Data Penurunan Kadar Air Minyak Jarak Pagar ..... 46                                                            |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia yang semula adalah net-exporter di bidang bahan bakar minyak (BBM) saat ini telah menjadi net-importir BBM sejak tahun 2000. Pada tahun 2006 lalu, produksi BBM Indonesia hanya mencapai 1,029 juta barel per hari, sedangkan konsumsi BBM mencapai 1,3 juta barel per hari sehingga terdapat defisit BBM sebesar 270.000 barel yang harus dipenuhi melalui impor. Harga minyak dunia di tahun 2008 mencapai USD 110 per barel dan untuk memenuhi defisit tersebut Indonesia harus menyediakan budget setiap harinya sekitar USD 29.700.000 per hari.

Pentingnya minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan manusia tidak diimbangi dengan persediaan sumber minyak bumi di alam. Masalah ini memicu manusia untuk menemukan sumber energi alternatif untuk menghindari krisis energi (Haas, et.al., 2005), salah satu sumber energi alternatif yang bisa diandalkan adalah dari pengolahan minyak nabati dan turunannya (khususnya metil ester). Indonesia sebagai negara yang kaya akan flora memiliki potensi untuk mengolah sumber alamnya menjadi bahan bakar biodiesel.

Salah satu jenis dari tanaman di Indonesia yang berpotensi sebagai sumber energi alternatif adalah tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcas L*). *Jatropha Curcas L* (jarak pagar) merupakan salah satu tanaman yang paling prospektif untuk diproses menjadi biodiesel karena selain relatif mudah ditanam, toleransinya tinggi terhadap berbagai jenis tanah dan iklim, produksi minyak tinggi, serta minyak yang dihasilkan tidak dapat dikonsumsi oleh manusia sehingga tidak mengalami persaingan dengan minyak pangan (Syahirah, 2008). Melalui pengembangan teknologi biodiesel berbasis jarak pagar mampu meningkatkan taraf hidup masyarakat di daerah lahan kritis dengan program budidaya yang tepat (Rif, 2006).

Minyak jarak pagar ini tidak bisa langsung dipakai sebagai bahan bakar karena memiliki tingkat kekentalan yang tinggi serta memiliki kadar FFA mencapai 10 – 20 % dan kadar air sekitar 1% tiap liternya (Anonymous<sup>b</sup>, 2006). Kandungan FFA yang tinggi akan mengganggu reaksi pembentukan metil ester (biodisel), yakni metanol yang seharusnya bereaksi dengan trigliserida melalui bantuan katalis basa akan terhambat oleh reaksi pembentukan sabun.

Hal ini disebabkan karena katalis basa seperti NaOH atau KOH cenderung bereaksi dengan FFA yang merupakan senyawa ester menghasilkan produk berupa (garam) sabun dan air. Akibatnya konsumsi metanol total untuk pembuatan biodiesel melonjak dari normalnya 20% menjadi 40%, bahkan bisa lebih tinggi lagi. Selain itu rendemen biodiesel juga menurun sebesar 20-30%, tergantung besarnya reaksi penyabunan. Sedangkan adanya air akan memicu reaksi oksidasi serta pembentukan asam lemak bebas melalui reaksi hidrolisis.

Menurut Young (1978) dalam Sathivel dan Prinyawiwatkul, (2004) , proses pemurnian minyak secara konvensional biasanya dilakukan melalui tahap-tahap seperti *degumming*, netralisasi, *bleaching*, dan *deodorizing*. Penghilangan asam lemak bebas terjadi melalui proses adsorpsi oleh tanah liat pada tahap netralisasi. Pada penelitian selanjutnya beberapa adsorben alam seperti kitosan, karbon aktif dan tanah aktif diterapkan untuk menghilangkan asam lemak bebas dari minyak hasil ekstraksi, hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben kitosan mampu mengadsorpsi asam lemak bebas paling baik dibandingkan karbon aktif dan tanah aktif (Sathivel dan Prinyawiwatkul, 2004). Metode pemurnian minyak secara konvensional seperti penelitian yang disebutkan di atas membutuhkan banyak reagen kimia dan waktu yang relatif lama, sehingga akan berdampak pada meningkatnya biaya produksi biodiesel. Oleh karena itu perlu dicari metode pemurnian alternatif yang lebih efisien dan ekonomis.

Salah satu teknologi pemisahan yang masih hangat diperbincangkan dalam beberapa tahun terakhir ini adalah teknologi membran. Menurut Hidayat (2007), teknologi membran menawarkan alternatif proses pemurnian minyak nabati kasar yang lebih efektif dan efisien. Penggunaan bahan kimia pun dapat ditekan seminimal mungkin, bahkan dapat ditiadakan (Harimurti, N., 2006). Teknologi membran memiliki banyak keunggulan yang penting dibandingkan teknologi pemisahan lainnya. Keunggulan tersebut yaitu pemisahan dengan membran tidak membutuhkan zat kimia tambahan dan juga kebutuhan energinya sangat minimum. Membran dapat bertindak sebagai filter yang sangat spesifik. Hanya molekul-molekul dengan ukuran tertentu saja yang bisa melewati membran sedangkan sisanya akan tertahan di permukaan membran. Selain keunggulan-keunggulan yang telah disebutkan, teknologi membran ini sederhana, praktis, dan mudah dilakukan.

Karakter fisik maupun kimia dari suatu membran sangat dipengaruhi oleh komponen penyusunnya, dalam hal ini komponen tersebut harus mendukung terjadinya proses pemisahan minyak jarak terhadap FFA dan air. Dari beberapa bahan yang sering dipakai dalam pembuatan membran, zeolit dan kitosan adalah bahan yang kompeten untuk digunakan dalam pemisahan ini. Menurut Riberio, *et. al* (1984), zeolit adalah adsorben yang memiliki selektivitas dan efektivitas adsorpsi yang tinggi, berdasarkan ukuran dan kepolarannya, selain itu harganya lebih murah dibandingkan karbon aktif. Kitosan memiliki gugus amino yang apabila dilarutkan dalam asam encer akan membentuk membran hidrogel yang mampu menjebak molekul air tanpa larut dalam air (Wang, *et al.*, 2004). Kitosan juga dapat dengan mudah dibentuk menjadi membran tipis baik dengan materi pendukung maupun tidak (Hassan, *dkk.*, 1996).

Berdasarkan pemikiran di atas maka perlu dilakukan riset pemurnian minyak jarak pagar dari asam lemak bebas (FFA) dan air dengan menggunakan teknologi membran. Diharapkan hasil penelitian ini memberikan solusi alternatif pengolahan minyak nabati sebagai bahan utama biodiesel.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa masalah, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi kitosan terhadap kinerja membran zeolit-kitosan dalam mengadsorpsi kandungan FFA dan air dalam minyak jarak pagar?
2. Bagaimana pengaruh tekanan filtrasi pada proses pemisahan FFA dan air dalam minyak jarak pagar menggunakan membran zeolit-kitosan?

## **1.3 Batasan masalah**

Batasan masalah yang berlaku pada penelitian ini antara lain:

1. Minyak jarak pagar yang digunakan dari BALITAS Malang dengan pH 6,08.
2. Zeolit yang digunakan adalah zeolit alam turen dengan ukuran -60+80 mesh (0,21335 mm) dan kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 68,30 %
3. Untuk komposisi membran, massa zeolit yang digunakan adalah 6 gram dan variasi konsentrasi *dope* kitosan 1,5 %, 2 %, 2,5 % dan 3 % dengan volume sebanyak 3 ml

4. Temperatur pada saat proses pemisahan adalah temperatur ruang.
5. Tekanan yang dioperasikan saat proses filtrasi yaitu 0,901 ; 1,803; 2,704; 3,605; dan 4,506 kg/m.s<sup>2</sup> x 10<sup>3</sup>

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi kitosan terhadap kinerja membran zeolit-kitosan
2. Mengetahui pengaruh tekanan filtrasi pada saat proses filtrasi minyak jarak pagar dalam pemurniannya terhadap FFA dan air.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wacana kepada para peneliti yang berkecimpung dalam bidang pengembangan energi alternatif khususnya biodiesel tentang teknik pemurnian minyak jarak pagar menggunakan teknologi membran, sehingga dengan adanya metode ini dapat meningkatkan efisiensi proses pengolahan biodiesel dari minyak jarak.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman jarak

Tanaman jarak tumbuh liar di hutan, semak-semak, tanah kosong dataran rendah sampai 800 meter di atas permukaan laut, di sepanjang pantai, maupun di daerah yang kurang subur, asalkan pH tanah sekitar 6–7, dan drainasenya cukup baik karena akar tumbuhan jarak cepat busuk dalam air yang tergenang atau dalam tanah yang banyak mengandung banyak air (Sinaga, 2004). tanaman jarak membutuhkan air 350-500 ml air sepanjang pertumbuhannya. Disamping faktor air, tanaman jarak ini membutuhkan syarat temperatur 20°-30°C sepanjang hidupnya, serta ketinggian tempat yang optimal adalah 0-800 m dpl. Keluarnya biji akan sangat berkurang atau minim jika suhu mencapai 40°C atau lebih (Prabowo, 2007).

#### 2.1.1 Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*)

Jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) bukanlah tanaman yang asing bagi sejumlah penduduk di Indonesia. Ia dapat tumbuh dengan cepat hingga mencapai ketinggian 6 meter dan tahan terhadap kekeringan sekalipun di daerah tandus. Buahnya berbentuk elips dan memiliki panjang sekitar dua sentimeter, mengandung tiga biji per buah (Anonymous<sup>a</sup>, 2006). Komposisi biji jarak terdiri dari 20% kulit dan 80% biji (daging), mengandung 40-60% minyak. Kandungan minyak mentahnya 32-48% dan sisanya adalah ampas (Prabowo, 2007).

Tabel 2.1 Sifat fisiko-kimia minyak jarak pagar

| Karakteristik                          | Nilai            |            |
|----------------------------------------|------------------|------------|
|                                        | Bahan penelitian | Literatur  |
| Kadar air (%)                          | 1,02             | -          |
| Kerapatan (g/ml, 30°C)                 | 0,908            | 0,918      |
| Viskositas (cp, 30°C) <sup>*)</sup>    | 58,0             | 52,6       |
| Bilangan asam (mg KOH/g) <sup>*)</sup> | 4,13             | 1,0 - 38,2 |
| Komposisi asam lemak <sup>**)</sup>    |                  |            |
| - Asam palmitat (16:0)                 | 0,7              | 12,8       |
| - Asam stearat (18:0)                  | 0,1              | 7,3        |
| - Asam oleat (18:1)                    | 18,5             | 44,8       |

|                                                                       |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|
| - Asam linoleat (18:2)                                                | 80,4 | 34,0 |
| - Asam lemak lainnya                                                  | 0,3  | 1,1  |
| <hr/>                                                                 |      |      |
| ( <sup>*</sup> Reyadh (2005); <sup>**</sup> Kandpal dan Madan (1995)) |      |      |

Sebenarnya, tanaman jarak pagar memiliki potensi pemanfaatan yang amat besar, yakni minyak bijinya dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar minyak diesel untuk sistem pembangkit listrik dan bahan bakar kendaraan bermesin diesel. Minyak jarak pagar juga dapat berfungsi sebagai bahan bakar alat penerangan masyarakat, seperti petromaks (Anonymous, 2006).

Minyak jarak pagar didominasi asam lemak tidak jenuh yaitu asam lemak yang memiliki ikatan rangkap 1, 2 dan 3. Proses oksidasi terhadap ikatan rangkap tersebut yang menyebabkan minyak jarak pagar mudah menjadi sangat asam (Sudrajat, dkk., 2006).

Minyak jarak pagar tidak dapat secara langsung dipakai sebagai bahan bakar atau biodiesel karena memiliki viskositas yang tinggi dan mengandung fosfolipid. Sifat tersebut akan berpengaruh terhadap kinerja mesin. Proses transesterifikasi adalah salah satu cara untuk mengurangi viskositas minyak jarak yang tinggi dan trigliserida dalam minyak nabati (Forson et al., 2004). Namun proses transesterifikasi ini justru lebih rumit dan beresiko sehingga berujung pada tingginya harga biodiesel yang dihasilkan (Anonymous, 2006)

## 2.2 Membran

Membran secara umum didefinisikan sebagai penghalang selektif antara dua fasa. Berdasarkan morfologi atau strukturnya, membran dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu membran simetris dan membran asimetris (Mulder, 1991):

### 1) Membran simetris

Ketebalan dari membran simetris (berpori atau tidak berpori) berkisar antara 10 sampai 200  $\mu\text{m}$

### 2) Membran asimetris

Membran ini memiliki lapisan atas rapat atau skin dengan ketebalan 0,1-0,5  $\mu\text{m}$ . Membran ini mengkombinasikan selektivitas tinggi dari membran rapat dengan kecepatan permeasi tinggi dari membran yang sangat tipis.

Selektifitas dan permeabilitas membran ditentukan oleh polimer, sementara struktur membran ditentukan oleh pemilihan pelarut dan konsentrasi polimer dalam larutan. Membran dengan struktur yang berbeda-beda dapat diperoleh dari polimer yang sama

dengan mengubah konsentrasi polimer atau mengubah komposisi campuran pelarut (Billmeyer and Fred, 1984)

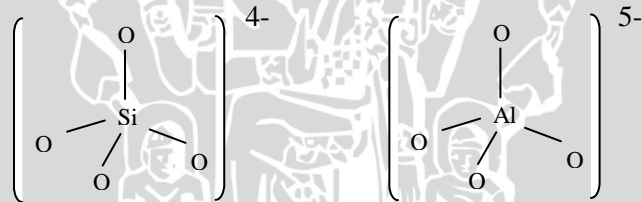
### 2.3 Zeolit

Nama zeolit berasal dari bahasa Yunani yaitu "Zeni" dan "Lithos" yang berarti batu yang mendidih, karena apabila dipanaskan membuih dan mengeluarkan air (Saputra, 2007). Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversibel (Las, 2006). Secara umum mineral zeolit adalah senyawa alumino silikat hidrat dengan logam alkali tanah serta mempunyai rumus kimia sebagai berikut (Kirk and Othmer, 1982):



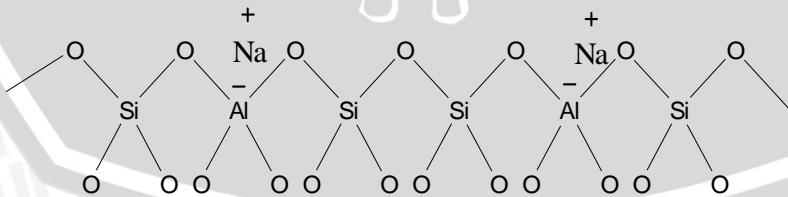
Dengan M = e.g Na, K, Li, Ag, NH, H, Ca, Ba, ...

Struktur dasar kerangka zeolit terdiri atas unit-unit tetrahedral  $AlO_4$  dan  $SiO_4$  yang saling berhubungan melalui atom O seperti pada Gambar 2.1 (Smart dan Moore, 1992):



Gambar 2.1 Unit dasar pembentuk zeolit

Struktur kerangka senyawa aluminosilikat terdiri dari dua bagian yaitu bagian netral dan bagian bermuatan, seperti pada Gambar 2.2 (Smart dan Moore, 1992):



Gambar 2.2 Struktur kerangka zeolit

Berdasarkan pada asalnya zeolit dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam dibentuk oleh reaksi dari air pori dengan berbagai material seperti gelas, poorly crystalline clay, plagioklas, ataupun silika. Bentuk zeolit mengandung perbandingan yang besar dari  $M^{2+}$  dan  $H^+$  pada  $Na^+$ ,  $K^+$  dan  $Ca^{2+}$ . Pembentukan zeolit alam ini tergantung pada komposisi dari batuan induk, temperatur, tekanan, tekanan parsial dari air, pH dan aktifitas dari ion-ion tertentu (Saputra, 2007).

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam Turen. Zeolit alam tersebut mempunyai komposisi jenis modernit  $(Na_8(AlO_2)_8(SiO_2)_{40} \cdot 24 H_2O)$  84,2% dan klinoptilolit 1,2% dengan jari-jari pori sebesar 11, 9867 Å. Selain itu terkandung senyawa lain seperti feldspar, kuarsa, dan plagioklas. Sedangkan zeolit alam jenis modernit mempunyai komposisi kimia terbesar silika ( $SiO_2$ ) 64,63%, alumina ( $Al_2O_3$ ) 13,66%, ( $CaO$ ) 3,41%, ( $Na_2O$ ) 2,09%, ( $K_2O$ ) 2,05%, lain-lain 11,56% (Suyartono dan Husaini, 1992).

Zeolit dapat berperan sebagai adsorben yaitu sebagai tempat menempelnya zat atau komponen lain pada proses adsorpsi. Zeolit sebagai adsorben didasarkan pada keadaan pori dalam kristal zeolit yang terisi oleh mineral air ( $H_2O$ ) yang bebas berada di sekitar kation. Molekul air yang terdapat dalam pori-pori zeolit akan meninggalkan ruang-ruang yang kemudian berfungsi sebagai pori dalam penyerapan molekul gas ataupun cairan apabila zeolit dipanaskan pada suhu  $300^\circ C - 500^\circ C$ . Pemanasan pada suhu tersebut merupakan metode aktivasi secara fisik terhadap zeolit alam (Mumpton, 1999).

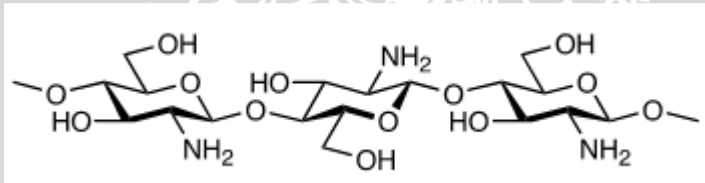
Zeolit termasuk adsorben yang selektif dan memiliki efektivitas adsorpsi yang tinggi yaitu dapat memisahkan molekul berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Zeolit memiliki daya serap yang lebih tinggi dibandingkan silika gel dan alumina teraktivasi, serta segi ekonomi yang lebih murah dibandingkan karbon aktif (Riberio, et al., 1984). Menurut Prayitno (1989), zeolit sebagai penyerap didasarkan pada kondisi normal rongga besar, saluran dan kristal zeolit terisi molekul air yang terbentuk, akibat proses hidrasi udara di sekeliling kation penukar. Mekanisme penyerapan pada zeolit adalah penyerapan secara fisika (gaya van der Waals).

Zeolit termasuk adsorben jenis *molecular sieve* yang struktur kristalnya memiliki luas permukaan yang cukup luas. Sangkar kristal ini mampu menjebak adsorbat sehingga dapat teradsorpsi. Selain

dapat memisahkan berdasarkan ukuran molekul, *molecular sieve* juga dapat memisahkan berdasarkan tingkat polaritas molekul dan derajat kejenuhan. Terdapat 9 ukuran yang tersedia dari 3 A hingga 10 A, dalam wujud butir ataupun serbuk. Dapat digunakan untuk dehidrasi gas dan cairan, separasi gas dan campuran hidrokarbon cairan (Khaeruddin, et. al., 2007).

## 2.4 Kitosan

Kitosan adalah polimer linier dengan struktur ( $\beta$ -(1,4)-N-asetil-D-glukosamin), di dalam struktur rantai polimer kitosan terdapat gugus amino dan hidroksil. Kitosan dapat diperoleh melalui deasetilasi kitin. Aplikasi penggunaan kitosan sangat luas seperti dalam bidang kedokteran, industri makanan dan dalam bidang pertanian. Hal ini dikarenakan kitosan merupakan material yang melimpah di alam, tidak beracun dan bersifat dapat terbiodegradasi dan dengan mudah dapat membentuk gel, membran, serat serta larutan (Hwang and Shin, 2000). Struktur polimer kitosan adalah sebagai berikut (Muzzarelli, 1973):



Gambar 2.3 Struktur kitosan

Adanya gugus amino pada kitosan menyebabkan polimer ini termasuk polielektrolit kationik ( $pK_a \approx 6,5$ ) yang bersifat basa sehingga mudah larut dalam larutan asam encer membentuk membran hidrogel. Membran hidrogel adalah membran yang dapat mengikat dan menjebak sejumlah air dalam struktur rantai tanpa larut dalam air (Wang, et al., 2004).

Kitosan juga memiliki daya pengikatan lemak yang sangat tinggi (super absorban) sehingga kitosan berbeda dengan serat lain yang netral atau asam, karena sebagai basa mampu mengabsorpsi gugus asam dengan adanya gugus amino pada rantai polimernya. Mekanismenya pengikatan lemak oleh kitosan belum dimengerti secara utuh dan menyeluruh. Tapi yang diyakini yakni, pertama, melibatkan tarik menarik dua muatan yang berlawanan, jadi kitosan yang memiliki gugus dengan muatan positif akan menarik muatan

negatif dari asam-asam lemak dan membentuk ikatan yang masih belum dapat dijelaskan. Kedua, penetralan muatan, dalam model ini kitosan akan menyelubungi sisi aktif lemak dan melindunginya dari serangan dan penguraian enzim-enzim lipida (Rismana, 2003).

Menurut Sathivela dan Prinyawiatkul (2004), disebutkan bahwa kitosan memiliki kemampuan mengadsorpsi FFA lebih tinggi dibandingkan karbon aktif dan tanah aktif. Hal ini disebabkan karena adanya gugus amino kitosan yang mengikat molekul FFA di dalam minyak. Aplikasi kitosan sebagai membran digunakan dalam berbagai proses pemisahan seperti dalam ultrafiltrasi, osmosis balik, dialisis, dan pervaporasi (Krajewska, 2001).

## 2.5 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses dimana satu atau lebih unsur-unsur pokok dari suatu larutan fluida akan lebih terkonsentrasi pada permukaan suatu padatan tertentu (adsorben). Dengan cara ini, komponen-komponen dari suatu larutan, baik itu dari larutan gas ataupun cairan, bisa dipisahkan satu sama lain (Treybal, 1980). Adsorpsi juga diartikan terjadinya transisi zat dari suatu fasa ke fasa yang lain dari suatu campuran heterogen (Glenn, et al., 2003). Adsorpsi larutan oleh padatan merupakan jenis adsorpsi heterogen karena melibatkan dua fasa zat yang bereaksi. Mekanisme adsorpsi heterogen melibatkan tahap berikut ini (Castellan, 1983):

1. Difusi dari reaktan pada permukaan
2. Adsorpsi reaktan pada permukaan
3. Desorpsi produk
4. Difusi produk dari permukaan

Berdasarkan sifatnya, adsorpsi dibedakan menjadi adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisik disebabkan oleh adanya interaksi antara adsorbat dan adsorben yakni gaya *Van der Waals*. Adsorpsi ini hanya terjadi pada suhu di bawah titik didih adsorbat, dimana adsorbat diikat relatif lemah sehingga mudah dilepaskan kembali. Adsorpsi fisik mempunyai kecenderungan desorpsi lebih mudah dibanding adsorpsi kimia (Considine dan Considine, 1989). Sedangkan adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang terjadi akibat interaksi kimia antara molekul adsorben dengan molekul adsorbat. Proses ini pada umumnya menurunkan kapasitas dari adsorben karena gaya adhesinya yang kuat sehingga proses ini tidak reversibel (Khaeruddin, et. al., 2007).

## 2.6 Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid* / FFA)

Asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis trigliserida dalam minyak jarak hasil ekstraksi yang keberadaannya dalam kondisi terlarut yang berpotensi mengganggu proses konversi minyak jarak menjadi metil ester (Yuliani, dkk, 2006). Bilangan asam menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terkandung di dalam metil ester. Bilangan asam ini dihitung berdasarkan berat molekul asam lemak atau campuran asam lemak, asam lemak bebas mempengaruhi mutu metil ester dalam penggunaannya sebagai bahan bakar karena asam memiliki sifat yang korosif (Sangha, et al., 2005)

Angka asam menyatakan jumlah milligram KOH atau NaOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam satu gram minyak. Angka asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas berasal dari hidrolisa minyak atau karena proses pengolahan minyak yang kurang baik. Makin tinggi angka asam maka makin rendah kualitas minyak tersebut. Perhitungan kadar asam lemak bebas/ FFA adalah (Yuliani, dkk, 2006)

$$\text{Kadar FFA (\%)} = \frac{v \times N \times 275,62}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100$$

Dimana: V = volume NaOH (ml)  
N = normalitas NaOH (mol.ekiv/l)  
275,62 = bobot ekivalen asam lemak campuran total  
1000 = konversi dari gram ke milligram

## 2.7 Analisa Kadar Air

Analisa kadar air dalam suatu sampel minyak dapat dilakukan dengan metode *Karl Fischer*, metode ini dikenal sangat akurat untuk pengukuran kadar air dalam beberapa jenis larutan maupun padatan berupa serbuk. Metode *Karl Fischer* menggunakan pereaksi berupa campuran larutan iod, belerang oksida, piridin dan metanol yang dibantu dengan alat aquatitator dan elektrode yang terhubung pada mikrometer sebagai penunjuk titik akhir titrasi (Horwitz, 2000). Menurut Farida (2000), perkembangan metode ini dilakukan dengan mengganti efek negatif dari piridin dengan imidazol yang dikenal dengan metode *Karl Fischer* non piridin.

Distilasi juga dapat digunakan sebagai metode penentuan kadar air dalam minyak hasil ekstraksi, yaitu dengan menggunakan suhu 105 °C pada labu alas bulat yang berisi sampel dan pelarut

organik yang biasanya memiliki massa jenis lebih kecil dari air seperti toluen (Sudarmadji, 1989). Selain kedua metode di atas, penentuan kadar air juga dapat dilakukan dengan cara gravimetri. Metode gravimetri biasanya dilakukan pada larutan yang memiliki kadar air  $> 1\%$  dan pada campuran berupa serbuk dengan memanaskannya pada temperatur  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  sehingga diperoleh selisih massa sebelum dan sesudah pemanasan untuk menentukan kadar air dalam sampel (Sudarmadji, 1989)

## 2.8 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka yang diperoleh maka hipotesis yang dapat diajukan:

- a. Konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap penurunan kadar FFA dan air dari minyak jarak pagar menggunakan membran zeolit-kitosan. Penurunan kadar FFA dan air semakin besar dengan semakin tingginya konsentrasi kitosan dalam membran.
- b. Tekanan filtrasi berpengaruh terhadap penurunan kadar FFA dan air dari minyak jarak pagar menggunakan membran zeolit-kitosan. Penurunan kadar FFA dan air semakin besar dengan semakin tingginya tekanan filtrasi dalam sel filtrasi.



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya mulai bulan September 2008 sampai Januari 2009.

### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

#### **3.2.1 Alat-alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan adalah, ayakan zeolit ukuran 60 dan 80 mesh, tabung filtrasi, oven, botol akuades, mesin press, shaker, stirrer, loyang plastic, alat-alat gelas, compressor, *ultrasonic cleaner*, kotak kedap udara dan neraca mettler.

#### **3.2.2 Bahan Utama**

Sampel penelitian adalah minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*) yang diperoleh dari BALITAS Kecamatan Karangpeloso, Kabupaten Malang. Zeolit alam turen dan kitosan

#### **3.2.3 Bahan Kimia**

Bahan-bahan kimia yang dibutuhkan adalah, akuades, larutan asam asetat 2 %, NaOH 0,1 N, minyak jarak, etanol 96 % dan indicator PP 1 %

### **3.3 Prosedur penelitian**

1. Preparasi membran
  - a. Preparasi zeolit sebagai support material
  - b. Pembuatan *dope* kitosan
  - c. Pencetakan membran zeolit-kitosan
2. Proses filtrasi minyak jarak
3. Uji sifat kimia dan fisika
  - a. Kadar FFA awal dan akhir
  - b. Kadar air awal dan akhir
  - c. Warna minyak jarak awal dan akhir
4. Analisa data

### 3.4 Prosedur kerja

#### 3.4.1 Preparasi membran

##### a) Preparasi zeolit sebagai support material

Mineral zeolit ditumbuk kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh. Zeolit yang tertahan pada ayakan mewakili zeolit yang berukuran  $>60$  mesh, sedangkan zeolit yang lolos melewati ayakan diayak lagi dengan ayakan 80 mesh. Zeolit yang tertahan pada ayakan 80 mesh memiliki ukuran butiran  $-60+80$  mesh (0,21335 mm), kemudian zeolit ini di cuci dengan akuades kemudian dimasukkan ke dalam ultrasonic cleaner selama 5 menit. Terakhir dikeringkan pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam.

##### b) Pembuatan larutan *dope* kitosan

Sebanyak 50 ml larutan asam asetat 2 % (v/v) ditambahkan ke dalam serbuk kitosan 0,75; 1,0; 1,25 dan 1,5 gram untuk memperoleh lima variasi larutan *dope* kitosan berturut-turut yaitu 1,5 %, 2 %, 2,5 % dan 3 %. Kemudian masing-masing campuran diaduk dengan magnetik stirrer sampai tidak ada gelembung udara dalam larutan *dope* kitosan. Bila masih terdapat gelembung udara dalam larutan dapat dihilangkan dengan degasifikasi menggunakan alat *ultrasonic cleaner*.

##### c) Pembuatan pellet (membran) zeolit-kitosan

Zeolit dengan ukuran  $-60+80$  mesh (0,21335 mm) ditimbang sebanyak 6 gram, lalu dicampurkan dengan 3 ml *dope* kitosan dan diaduk hingga homogen dan terbentuk pasta. Pasta ini kemudian dipress menggunakan mesin press hidrolik selama 10 menit dengan tekanan  $120\text{ kg/cm}^2$ . Membran yang terbentuk dikeringkan dalam suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam kemudian disimpan dalam kotak kedap udara.

#### 3.4.2 Proses filtrasi minyak jarak

Membran yang telah dikeringkan, diletakkan diantara kawat kasa dibagian tengah tabung filtrasi. Kemudian 10 ml minyak jarak pagar dimasukkan lewat saluran klep II yang terhubung dengan manometer, kemudian klep I (saluran tekanan dari compressor) dibuka sambil diatur tekanan yang diberikan saat proses filtrasi. Untuk membrane yang memiliki keterbatasan kekuatan mekanik, tekanan yang dipakai berkisar antara 0,5-2 atm saja. Minyak yang

melewati membran akan turun ke bawah, minyak ini ditampung untuk dilakukan uji kimia dan fisik.

### 3.4.3 Uji sifat kimia dan fisik

#### a) Uji kadar FFA

Sebanyak 2 gram minyak dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, lalu ditambahkan etanol 96 % (25 ml) kemudian ditambahkan indikator PP (3 tetes), sampel dititrasi dengan NaOH 0,1N yang telah dibakukan hingga tampak warna merah muda yang stabil selama 15 detik. Sebagai pembanding, sebuah blanko dipersiapkan melalui prosedur yang sama. Volume NaOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas merupakan selisih antara volume NaOH untuk titrasi minyak dan blanko (Yuliani, dkk, 2006).

$$\text{Kadar FFA (\%)} = \frac{v \times N \times 275,6}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100$$

Untuk mengetahui kadar FFA minyak setelah proses filtrasi dapat dilakukan dengan prosedur yang sama.

#### b) Uji kadar air

Kadar air dalam minyak jarak ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri. Cawan penguap yang kosong dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C agar bebas air. Kemudian ditimbang sampai berat konstan, setelah itu minyak jarak dimasukkan ke dalam cawan penguap sebanyak  $\pm 2$  gram dan diletakkan di dalam oven pada suhu 110°C selama 4 jam dan ditimbang sampai didapatkan berat konstan. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan (Sudarmadji, 1989):

$$\text{Kadar air} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Dimana; A = berat sampel sebelum dikeringkan

B = berat sampel sesudah dikeringkan

Dalam penelitian ini penentuan kadar air tidak dilakukan dengan metode destilasi maupun *Karl Fischer* hal ini dikarenakan beberapa hal yaitu kandungan air dalam minyak jarak pagar yang relatif kecil  $\leq 1$  % (v/v) sehingga untuk melakukan penentuan kadar air minimal diperoleh 100 ml *permeat* hasil pemurnian untuk

mendapatkan 1 ml air (destilat) sedangkan tiap pemurnian yang dilakukan hanya diperoleh *permeat* sebanyak 20 ml. Alat aquatitor yang tersedia di laboratorium tidak berfungsi dengan baik sehingga metode *Karl Fischer* tidak digunakan.

#### **3.4.4 Analisa data**

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi data volume titrasi untuk uji kadar FFA serta data massa minyak jarak pagar sebelum dan sesudah dipanaskan pada temperatur 110°C untuk uji kadar air, tiap-tiap uji dilakukan pada minyak jarak sebelum dan sesudah proses pemurnian dengan membran zeolit-kitosan untuk mendapatkan data penurunan kadar FFA dan air.

##### **a. Pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan terhadap penurunan kadar FFA dalam minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*)**

Untuk mengetahui pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan terhadap penurunan kadar FFA dalam minyak jarak terlebih dahulu ditentukan perubahan kadar FFA dengan menghitung kadar FFA awal sebelum difiltrasi oleh membran zeolit-kitosan kemudian dibandingkan dengan kadar FFA minyak setelah difiltrasi. Dari kedua nilai ini akan terlihat perubahan nilai kadar FFA minyak awal dan akhir yang dinyatakan dalam % penurunan kadar FFA. Apabila hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar FFA setelah difiltrasi, maka membran dapat dikatakan berhasil menurunkan kadar FFA dalam minyak jarak. Kemudian dibuat grafik hubungan antara tekanan filtrasi (sebagai sumbu x) terhadap % penurunan kadar FFA (sebagai sumbu y) dimana dalam grafik ini terdapat beberapa seri ukuran butiran zeolit, sehingga dapat terlihat pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan terhadap penurunan kadar FFA, serta diketahui tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan yang optimum untuk menurunkan kadar FFA dalam minyak jarak.

##### **b. Pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan terhadap penurunan kadar air dalam minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*)**

Penentuan perubahan kadar air dilakukan dengan menghitung kadar air minyak sebelum difiltrasi oleh membran zeolit-

kitosan kemudian dibandingkan dengan kadar air minyak setelah difiltrasi. Dari kedua nilai ini akan terlihat perubahan kadar air awal dan akhir yang dinyatakan dalam % penurunan kadar air. Apabila hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar air dalam minyak jarak, maka membran zeolit-kitosan dapat dikatakan berhasil menurunkan kadar air dalam minyak jarak. Kemudian dibuat grafik hubungan antara tekanan filtrasi (sebagai sumbu x) terhadap % penurunan kadar air (sebagai sumbu y). dalam grafik ini juga terdapat beberapa seri konsentrasi kitosan, sehingga dapat terlihat pengaruh tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan terhadap penurunan kadar air, serta diketahui tekanan filtrasi dan konsentrasi kitosan yang optimum untuk menurunkan kadar air dalam minyak jarak.

Penurunan kadar FFA dan air ditentukan menggunakan persamaan:

a. penurunan kadar FFA

$$= \frac{\text{kadar FFA awal} - \text{kadar FFA akhir}}{\text{kadar FFA awal}} \times 100\% \quad (3.1)$$

b. penurunan kadar air

$$= \frac{\text{kadar air awal} - \text{kadar air akhir}}{\text{kadar air awal}} \times 100\% \quad (3.2)$$

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pembuatan Membran Zeolit-Kitosan

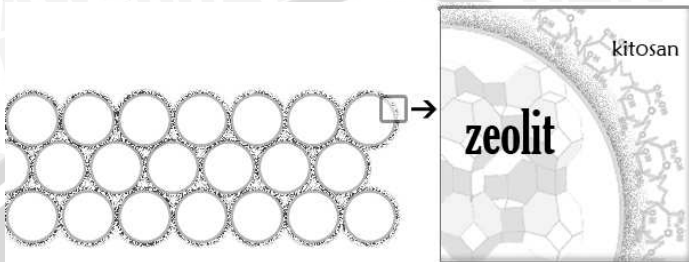
Proses pembuatan membran zeolit-kitosan melibatkan tahap optimasi fisik membran minimum yang meliputi kekakuan dan ketahanan permukaan membran. Tahap optimasi ini mencakup komposisi minimum dari zeolit dan kitosan, besar tekanan mesin *press* serta lama proses pencetakan pada saat pembuatan *pellet* membran zeolit-kitosan. Dari hasil optimasi awal ini diperoleh massa zeolit minimum sebesar 6 gram dengan volume kitosan sebanyak 3 ml dan tekanan minimum 120 kN selama 10 menit pada proses pembuatan *pellet* membran menggunakan mesin *press*.

Padatan zeolit alam yang hendak digunakan dibersihkan lebih dulu dengan akuades menggunakan alat *ultrasonic cleaner* untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang menutupi pori-pori zeolit alam. Prinsip kerja dari alat *ultrasonic cleaner* yaitu menginduksi aliran listrik ke suatu material melalui media air, adanya induksi ini menyebabkan butiran-butiran zeolit akan bergetar secara acak, lalu saling bebenturan dengan butiran zeolit yang lain sehingga pengotor yang terdapat pada permukaan zeolit terlepas dari permukaannya.

Pada saat pencampuran padatan zeolit dengan larutan *dope* kitosan, terjadi pelapisan butiran-butiran zeolit oleh *dope* kitosan, kemudian disempurnakan dengan *pressing* pada cetakan (matras) membran. Dari perlakuan tersebut dihasilkan membran zeolit-kitosan dengan diameter 6 cm dan tebal  $\pm 1,36$  mm untuk semua variasi konsentrasi kitosan. Membran yang masih basah dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada temperatur 110 °C untuk menghilangkan air serta pelarut dari kitosan. Setelah kering membran zeolit-kitosan disimpan dalam wadah yang kedap udara yaitu kotak kedap udara.

Pada membran zeolit-kitosan, zeolit berperan sebagai material pendukung yang bersifat sebagai adsorben yang memiliki selektivitas berdasarkan ukuran molekul (*molecular sieve*) dan polaritas dari adsorbat. Zeolit bersifat *molecular sieve* yang berarti mempunyai pori-pori yang seragam, namun adsorben jenis ini mengalami penurunan kemampuan penyerapan bila terdapat zat seperti minyak, olefin dan diolefin (Savary, 2004). Kitosan berperan sebagai media perekat butiran-butiran zeolit, selain itu kitosan juga bersifat sebagai adsorben yang hidrofilik sehingga baik untuk

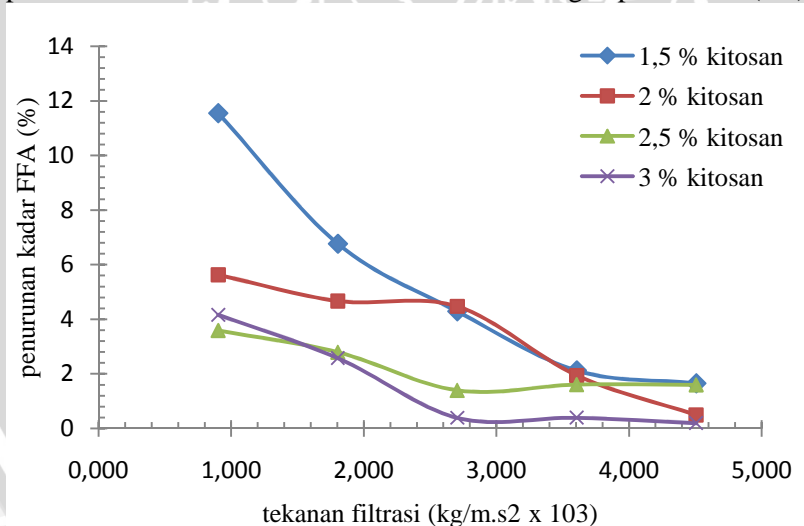
mengadsorpsi air dan membentuk membran hidrogel (Wang, et al., 2004).



Gambar 4.1 Pelapisan *dope* kitosan pada butiran zeolit

#### 4.2 Pengaruh Konsentrasi Kitosan Pada Membran Zeolit-Kitosan Serta Tekanan Filtrasi Terhadap Perubahan Kadar FFA Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*)

Kadar FFA (*Free Fatty Acid*) minyak jarak pagar sebelum dan sesudah proses pemurnian menggunakan membran zeolit-kitosan ditentukan dengan metode pada 3.4.3.a, kemudian ditentukan penurunan kadar FFA sebelum dan sesudah dengan persamaan (3.1)



Gambar 4.2 Pengaruh tekanan filtrasi terhadap penurunan kadar FFA

Kadar FFA dan air hasil pemurnian menggunakan membran zeolit-kitosan ditentukan setelah diperoleh *permeat* sebanyak  $\pm 30$  ml.

Dari hasil penelitian pada Gambar 4.1, terlihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi kitosan dan tekanan filtrasi yang digunakan pada membran zeolit-kitosan, menyebabkan tingkat penurunan kadar FFA semakin mengecil.

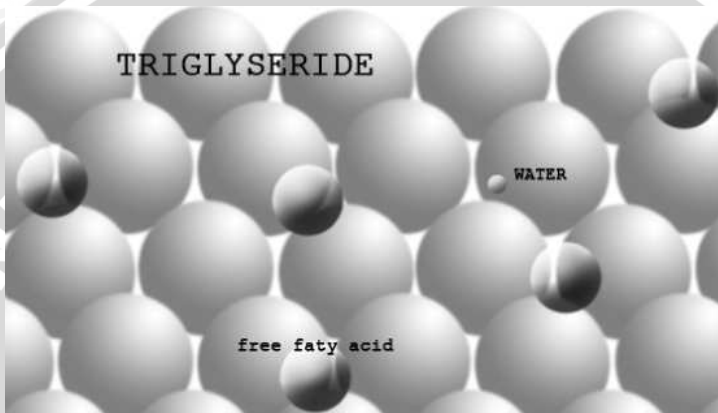
Menurut Sathivel dan Prinyawiwatkul (2004), kitosan memiliki kemampuan mengadsorpsi FFA lebih tinggi dibandingkan karbon aktif dan tanah aktif. Hal ini disebabkan adanya gugus amino pada kitosan yang mampu mengadsorpsi sejumlah FFA seperti asam oleat yang terkandung dalam minyak. Pada membran zeolit-kitosan yang dipakai dalam penelitian ini, diduga kitosan memiliki peran lebih tinggi dalam upaya menurunkan kadar FFA dibandingkan dengan zeolit. Hal ini disebabkan zeolit mengalami penurunan kemampuan penyerapan bila terdapat za-zat seperti minyak, olefin dan diolefin (Savary, 2004). Mekanisme pengikatan FFA oleh kitosan belum dapat dijelaskan secara detil karena masih dalam proses penyelidikan, namun salah satu kemungkinan terjadinya adsorpsi ini adalah adanya gugus amino dari kitosan yang bermuatan positif ( $-\text{NH}_3^+$ ) mampu menarik muatan negatif dari asam-asam lemak. Kitosan mempunyai pKa sekitar 6.2 – 6.8, sehingga gugus amino pada kitosan sebagian besar akan bermuatan positif pada  $\text{pH} < 6.2$  (Rismana, 2003).

Semakin banyak konsentrasi kitosan pada membran maka semakin banyak jumlah kitosan yang melapisi permukaan butiran zeolit serta distribusi kitosan pada permukaan membran juga meningkat. Menurut Kittur *et al* (2004), semakin banyak kandungan zeolit pada membran kitosan akan meningkatkan derajat *swelling* dari kitosan. Hal ini dapat dianalogikan dengan membran zeolit-kitosan pada penelitian ini, sehingga dapat diduga bahwa semakin banyak konsentrasi kitosan pada membran, maka derajat *swelling* dari kitosan tersebut akan mengalami penurunan. Derajat *swelling* merupakan besarnya adsorpsi yang dapat dilakukan oleh kitosan, semakin besar derajat *swelling*-nya maka kemampuan adsorpsinya pun juga besar. Oleh karena itu pada Gambar 4.2 tampak bahwa pada kondisi tekanan filtrasi yang sama dengan konsentrasi kitosan yang lebih besar diperoleh permeat dengan penurunan kadar FFA yang lebih kecil dibandingkan membran yang memiliki konsentrasi kitosan yang lebih kecil.

Kelimpahan komponen baik FFA maupun air dalam minyak jarak pagar memiliki persentase yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan lemak (trigliserida), perbandingan (v/v) berkisar 40 %



trigliserida, 5 % FFA dan 1 % air. Hal ini menunjukkan kemungkinan keberadaan baik molekul FFA maupun air dikelilingi oleh molekul-molekul lemak yang memiliki stereokimia molekul yang lebih besar. Gambar 4.3 merupakan ilustrasi dari kemungkinan keberadaan molekul FFA dan air dalam fasa ruah minyak jarak pagar.



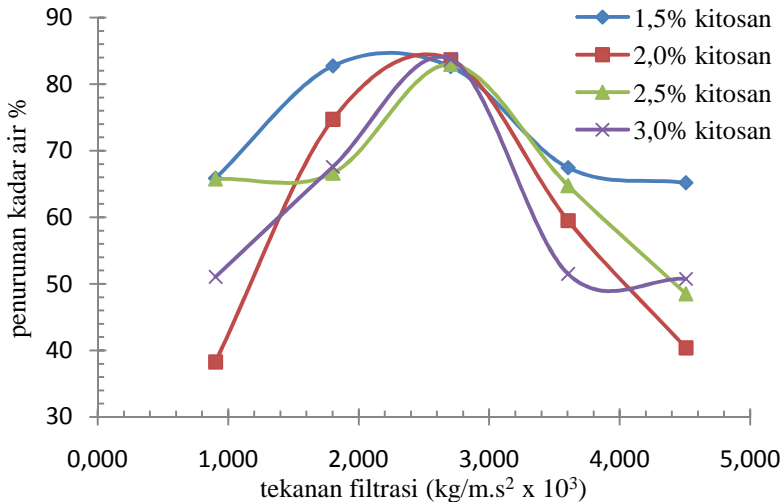
Gambar 4.3 Keberadaan molekul-molekul yang terkandung dalam minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*)

Setiap molekul FFA yang dikelilingi oleh molekul-molekul lemak akan mendapat tekanan filtrasi dari atas ke bawah untuk mempercepat mobilisasi molekul dalam melewati membran zeolit-kitosan. Adanya tekanan filtrasi ini diduga akan mengganggu posisi dari molekul-molekul lemak yang menyelimuti molekul FFA, sehingga dimungkinkan terjadinya pergeseran molekul FFA yang semula berada pada bagian dalam dari selimut lemak menuju ke bagian luar. Adanya kemungkinan ini akan meningkatkan probabilitas terjadinya adsorpsi molekul FFA oleh kitosan pada permukaan membran zeolit-kitosan, hal ini dikarenakan untuk melakukan adsorpsi diperlukan adanya interaksi langsung antara adsorbat dengan adsorben. Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada tekanan filtrasi yang lebih rendah menimbulkan efek penurunan kadar FFA yang lebih tinggi. Fenomena ini terjadi dikarenakan seiring dengan kondisi tekanan yang semakin besar maka mobilitas minyak untuk melewati membran juga semakin cepat sehingga kemungkinan terjadinya adsorpsi FFA oleh kitosan semakin kecil karena interaksi antara molekul FFA dengan polimer kitosan lebih singkat dan keseimbangan antara adsorben-adsorbat tidak tercapai.

Proses adsorpsi yang mungkin terjadi antara FFA dengan kitosan pada permukaan membran adalah adsorpsi fisik karena terjadi pada suhu di bawah titik didih adsorbat serta melibatkan adanya ikatan *van der waals*. Energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisik relatif rendah sekitar 20 kJ/mol, energi ini ditimbulkan dari fenomena polarisasi elektron intramolekular sesaat, sehingga sesaat setelah kedua molekul yang mengalami polarisasi tadi saling bersinggungan terjadilah proses desorpsi partikel adsorbat menuju ke larutannya kembali (Castellan, 1983). Hal inilah yang mungkin terjadi pada tiap-tiap molekul FFA yang berinteraksi dengan polimer kitosan pada permukaan membran zeolit-kitosan. Pada akhirnya akan lebih banyak molekul FFA yang terdesorpsi karena pengaruh besarnya tekanan filtrasi bergerak melewati membran zeolit-kitosan bersamaan dengan molekul-molekul lemak sebagai *permeat*.

#### 4.3 Pengaruh Konsentrasi Kitosan Pada Membran Zeolit-Kitosan serta Tekanan Filtrasi Terhadap Perubahan Kadar Air Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*)

Kadar air minyak jarak pagar sebelum dan sesudah proses pemurnian membran zeolit-kitosan ditentukan dengan metode pada 3.4.3.b, kemudian ditentukan penurunan kadar air sebelum dan sesudah dengan persamaan (3.2)

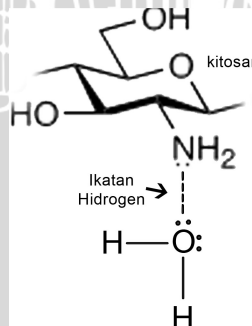


Gambar 4.4 Pengaruh tekanan filtrasi terhadap penurunan kadar air

Dari hasil penelitian pada Gambar 4.4, terlihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi kitosan dan tekanan filtrasi yang digunakan pada membran zeolit-kitosan, menyebabkan tingkat penurunan kadar air mengalami peningkatan hingga pada tekanan filtrasi  $\pm 2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$  dan pada tekanan yang lebih tinggi mengalami penurunan.

Pada dasarnya membran zeolit-kitosan dibentuk oleh dua komponen yang memiliki hidrofilitas yang tinggi, sehingga kombinasi dari kedua materi tersebut diharapkan mampu untuk melakukan adsorpsi terhadap molekul air dari suatu larutan dengan baik. Hanya saja zeolit sebagai material pendukung yang juga bersifat sebagai adsorben yang hidrofilik mengalami penurunan kemampuan mengadsorpsi dalam kondisi larutan yang mengandung minyak (Savary, 2004). Oleh karena itu adanya kitosan yang tidak terpengaruh akan hal ini diharapkan dapat mengadsorpsi molekul air bebas dalam minyak jarak pagar.

Pada Gambar 4.4 tampak adanya penurunan kadar air dalam minyak jarak pagar setelah dilakukan pemurnian menggunakan membran zeolit-kitosan. Penurunan kadar air ini diduga disebabkan oleh membran zeolit-kitosan yang bersifat hidrofilik sehingga selama proses pemurnian berlangsung terjadi mekanisme adsorpsi air oleh membran. Telah disebutkan sebelumnya bahwa meningkatnya konsentrasi kitosan pada membran berpendukung zeolit akan menurunkan derajat *swelling* dari kitosan itu sendiri (Kittur *et al*, 2004), hal ini tampak pada Gambar 4.4 yang secara keseluruhan membran zeolit-kitosan dengan konsentrasi kitosan lebih rendah mengadsorpsi air lebih banyak pada kondisi tekanan filtrasi yang sama.



Gambar 4.5 Ikatan hidrogen yang dibentuk gugus amino dari kitosan dengan molekul air

Pada proses adsorpsi air yang diduga dilakukan oleh kitosan, terjadi ikatan hidrogen yang dibentuk oleh atom O dari molekul air dengan atom H dari gugus amino kitosan. Pada Gambar 4.4 terjadi penurunan kadar air optimum  $\pm 82\%$  pada kisaran tekanan  $2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$  untuk semua variasi konsentrasi kitosan, hal ini dapat terjadi karena kadar air dalam minyak jarak pagar sangat kecil sekali yaitu hanya  $1\%$ . Menurut Kittur *et al* (2004), kitosan mengalami penurunan derajat *swelling* seiring dengan berkurangnya konsentrasi air dalam larutan campurannya. Oleh karena itu pada berbagai konsentrasi dari kitosan yang digunakan tidak memberikan perbedaan yang mencolok pada penurunan kadar air optimumnya serta tidak mampu mengadsorpsi semua molekul air yang terkandung dalam minyak jarak pagar. Faktor lain yang menyebabkan penurunan kadar air optimal yang cenderung sama yaitu  $\pm 82\%$  adalah akibat dari proses *pressing* saat pencetakan membran zeolit-kitosan yang berdampak pada kemampuan adsorpsi dari membran tersebut. Adanya *pressing* menyebabkan butiran-butiran zeolit yang terlapis oleh kitosan termampatkan satu sama lain dalam sistem ruang membrannya, hal ini menimbulkan efek negatif pada proses *swelling* dari kitosan ketika mengadsorpsi air. Kitosan yang seharusnya mampu mengadsorpsi air lebih banyak akan mengalami penurunan kemampuan adsorpsi karena proses *swelling*nya dibatasi oleh volume membran yang terbentuk. Oleh karena hal tersebut, penurunan kadar air optimal pada semua variasi konsentrasi kitosan hanya sampai  $\pm 82\%$  saja.

Adsorpsi lain yang mungkin terjadi terhadap air dilakukan oleh padatan zeolit, walaupun kemampuan dari zeolit tidak sebaik pada kondisi tanpa adanya minyak tapi zeolit masih memiliki kemampuan untuk melakukan adsorpsi. Dalam hal ini adsorpsi yang dilakukan oleh zeolit terhadap molekul air berdasarkan pada aspek polaritas yang merupakan ciri khas selektivitas zeolit dalam teknik pemisahan membran (Rakhmatullah, dkk, 2007).. Mekanisme pengikatannya berdasarkan prinsip *like dissolve like* yang berarti suatu molekul akan cenderung bergerak/berpindah pada suatu fasa yang memiliki kepolaran sama atau hampir sama dengan molekul tersebut. Kemungkinan tersebut dapat meningkatkan persentase dari penurunan kadar air dalam minyak jarak pagar hasil pemurnian dengan menggunakan membran zeolit-kitosan.

Penurunan kadar air pada tekanan lebih rendah dari  $\pm 2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$  tergolong masih kecil padahal pada tekanan rendah

interaksi antara minyak dengan membran tinggi. Hal ini diduga disebabkan karena adanya kompetisi antara FFA dan air untuk dapat teradsorpsi oleh membran sehingga penurunan kadar air relatif lebih kecil karena dalam keadaan tersebut interaksi baik antara FFA maupun air dengan membran berlangsung lebih lama yang artinya besar kemungkinan terjadinya adsorpsi oleh membran zeolit-kitosan.

Seperti halnya dengan molekul FFA yang dikelilingi oleh molekul-molekul lemak, molekul air juga mengalami hal yang sama, hanya saja molekul air jauh lebih kecil baik ukuran maupun kadarnya dibandingkan dengan molekul FFA dalam minyak jarak pagar. Adanya fakta tersebut diduga molekul air lebih sulit untuk keluar dari selimut lemaknya, jumlahnya yang minoritas membutuhkan tekanan tertentu untuk mendorong molekul-molekul air bergerak mencapai sisi luar dari selimut lemak sehingga proses adsorpsi dapat berjalan dengan baik.

Pada Gambar 4.4 penurunan kadar air meningkat hingga diatas 80 % pada tekanan filtrasi  $\pm 2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$ , pada tekanan filtrasi ini adsorpsi air mencapai optimum. Dimungkinkan pada tekanan filtrasi yang optimum tersebut molekul air mengalami pergeseran posisi dari bagian tengah ke bagian luar selimut lemak paling cepat sehingga probabilitas adsorpsi oleh membran juga tinggi. Selain itu, kemungkinan terjadinya proses desorpsi air juga masih kecil pada ikatan hidrogen yang dibentuk oleh molekul air dengan gugus amino dari kitosan maupun terhadap adsorpsi yang dilakukan oleh pori-pori zeolit. Ketika tekanan filtrasi semakin besar maka terjadinya interaksi antara molekul air dengan membran juga semakin singkat sehingga probabilitas adsorpsi menurun, atau bahkan tekanan filtrasi mencapai energi yang cukup untuk melepaskan ikatan hidrogen antara molekul air dengan gugus amino kitosan maka terjadilah desorpsi molekul air ke fasa minyak dan molekul air akan terdorong ke bawah oleh gaya tekan dari atas, karena ukurannya yang kecil molekul air dapat dengan mudah bergerak baik melalui pori-pori membran maupun pori-pori zeolit untuk turun ke bawah sebagai *permeat*, hal inilah yang mungkin terjadi terhadap molekul-molekul air pada tekanan filtrasi lebih dari  $2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$  yang secara simultan terjadi pada semua variasi konsentrasi kitosan dimana proses desorpsi juga semakin meningkat.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Penurunan kadar FFA semakin besar dengan semakin kecilnya konsentrasi kitosan beserta tekanan filtrasinya. Penurunan kadar FFA dalam minyak jarak pagar paling besar diperoleh dari hasil pemurnian menggunakan membran zeolit-kitosan dengan konsentrasi kitosan 1,5 % dan tekanan filtrasi  $0.9 \times 10^3 \text{ kg/m.s}^2$ .
2. Penurunan kadar air relatif lebih besar pada konsentrasi kitosan yang lebih kecil namun pada kisaran tekanan filtrasi  $2,6 \text{ kg/m.s}^2 \times 10^3$  penurunan kadar air cenderung sama yaitu sebesar  $\pm 82 \%$ .

Berdasarkan kesimpulan total dalam pemurnian minyak jarak pagar, maka hipotesis tidak terbukti.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh derajat *swelling* terhadap kekuatan mekanik dan kemampuan adsorpsi membran zeolit-kitosan, serta penggunaan prosedur yang lebih tepat dalam penentuan kadar air untuk sampel minyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2006, **Mengapa Minyak Jarak Murni**, <http://jatrophaxpedition.blogspot.com/2006/07/mengapa-minyak-jarak-murni.html>
- Billmeyer and Fred W., 1984, **Textbook of Polymer Science**, John Willey and Sons Inc., New York
- Castellan, G.M., 1983, **Physical Chemistry, 5th edition**, Mc Graw Hill, Book Company, Singapore
- Considine, D.M., and Considine, 1989, **Encyclopedia of Chemistry, Fourth Edition**, Van Nostrand and Reinhold Company, New York.
- Farida, Yudhi, N Lilis W dan Purwadi KP., 2000, **Studi Banding Penentuan Kadar H<sub>2</sub>O Dalam Serbuk UO<sub>2</sub> Menggunakan Metoda MEA (Moisture Evolution Anal Ysis) Dan KFT (Karl Fischer Titration)**, Pusat Pengembangan Teknologi Bahan Bakar Nuklir dan Daur Ulang -BATAN, Jakarta
- Forson, F.K., E.K. Oduro, and E.H. Donkoh, 2004. **Performance of jatropha oil blends in a diesel engine**. Technical note. Renewable Energy 29 : 1135–1145.
- Glenn, F.E, Cheng, Adam dan Arthur, M.S., 2003, **Zeolites**, <http://www.NNA.org/zeolites.html>
- Haas, Michael J, et.al., **A process model to estimate biodiesel production costs**. Bioresource Technology xxx (2005)
- Harimurti, N., 2006, **Pemanfaatan Teknologi Membran Dalam Proses Pemisahan Gum (Degumming) Dari Minyak Jarak Pagar Kasar (Crude Jatropha Curcas Oil)**, Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian, Bogor

- Hassan, Z. A., W. N. Wan Saime dan A. G. Sulaiman, 1996, **Keupayaan membran Ferrum (III)-kitosan sebagai pemilihan ion Ferrum (III)**, Malays. J. Anal. Sci 2(1)
- Hidayat, W., 2007, **Teknologi Membran**, <http://majarimagazine.com/2007/11/teknologi-membran/feed.html>
- Horwitz, William. (ed.). 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International. 17 th edition, Volume I, Agricultural Chemicals, Contaminants, Drugs.** AOAC International, Maryland USA.
- Hwang, J. K. and Shin, H. H., 2000. **Rheological Properties of Chitosan Solutions.** Korea-Australia Rheology Journal, Vol. 12, No.3/4, Desember 2000,
- Kandpal, J. B. and M. Madan, 1995. **Jatropha curcas : a renewable source of energy for meeting future energy needs.** Technical note. Renewable Energy, 6 (2) : 159-160.
- Khaeruddin, J.M., Cathaputra, E., dan Winoto, H.P., 2007, **Produksi Isopropil Alkohol Murni Untuk Aditif Bensin Yang Ramah Lingkungan Sebagai Wujud Pemanfaatan Produk Samping Pada Industri Gas Alam**, ITB, Bandung.
- Kittur, A.A., Kulkarni, S.S., Aralaguppi, M.I., and Kariduraganavar, M.Y., 2004, **Preparation and characterization of novel pervaporation membranes for the separation of water–isopropanol mixtures using chitosan and NaY zeolite**, Department of Chemistry and Center of Excellence in Polymer Science, Karnatak University, Dharwad 580003, India
- Krajewska, B., 2001. **Diffusional Properties of Chitosan Hydrogel Membranes.** Journal Chemical Technology Biotechnology. 76:636-642.



- Las, T., Dr., 2006, **Potensi Zeolit Untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif**, <http://www.batan.go.id/p2prl/artikel/zeolit.html>
- Mumpton, F. A., 1999, **La Roca Magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry**, <http://ww.pnas.org/cgi/content/full/96/7/3463#B17>
- Muzzarelli, R.A.A., 1973, **Natural Chelating Polymers**. Oxford: Pergamon Press, pp 83–176
- Othmer, DF and Kirk., 1982, **Encyclopedia of Chemical Technology, Vol 15**, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Prabowo, A.Y., 2007, **Budidaya Jarak**, <http://teknis-budidaya.blogspot.com/2007/10/budidaya-jarak.html>
- Prayitno, K.B., 1989, **Zeolit Sebagai Industri Komoditi Mineral Di Indonesia**, Majalah BPPT No. XXXV, Bandung
- Purwanto, A dan Paryanto, 1998, **Buku Ajar Kimia Fisika**, Penerbit UI press, Jakarta
- Rakhmatullah, D.K., Wiradini, G., dan Ariyanto, N.P., 2007, **Pembuatan Adsorben Dari Zeolit Alam Dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol**, ITB, Bandung.
- Rakhmatullah, D.K.A., Wiradini, G, dan Ariyanto, N.P., 2007, **Pembuatan Adsorben Dari Zeolit Alam Dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol**, Laporan Akhir Penelitian Bidang Energi Penghargaan PT. Rekayasa Industri, ITB, Bandung
- Reyadh, M., 2005. **The cultivation of Jatropha curcas in Egypt. Under Secretary of State for Aforestation, Ministry of Agriculture and Land Reclamation**. <http://www.Jatropha.e/egypt/article/reyadh,15-12-2005>.

Riberio, R.F, Rodriguez, A.E, Rollman, N.D, and Naccache, C, 1984, **Zeolites : Science and Technology**, Martinus Nijhoffn Publisher, Netherlands.

Rif, 2006, **Biodiesel Dari Biji Jarak (Jatropha Curcas Linn)**, **balitbang jatim**, <http://www.balitbang.jatim.com/> Selamat Datang di Website Balitbang Jatim - Pusat Informasi & Teknologi.htm

Rismana, Eriawan, 2003, Serat **Kitosan Mengikat Lemak**, <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0301/09/ipitek/60155.htm>

Rohindra, David R., Ashveen V Nand., and Jagjit R Khurma, 2002, **Sweilling Properties of Chitosan Hydrogels**, Departement of Chemistry, The University of The South Pacific, Suva, Fiji.

Saputra, R., 2007, **Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri**, <http://warmada.staff.ugm.ac.id/Articles/rodhie-zeolit.pdf>

Sathivel, S., and Prinyawiwatkul, W., 2004, **Adsorption of FFA in Crude Catfish Oil onto Chitosan, Activated Carbon, and Activated Earth: A Kinetics Study**, JAOCS, Vol. 81, no. 5

Savary, Laurent., 2004, **From Purification to Liquefaction Gas Processing with Axens Technology**, Mount Eliza, Victoria.

Sinaga, E., 2004, **Ricinus Communis Linn, Jarak**, [http://ipitek.apjii.or.id/artikel/ttg\\_tanaman\\_obat/unas/Jarak.pdf](http://ipitek.apjii.or.id/artikel/ttg_tanaman_obat/unas/Jarak.pdf)

Smart, L., and Moore, E., 1992, **Solid State Chemistry an Introduction, 1st Edition**, Chapman and Hall, london.

- Sudarmadji, S dan Suhardi B., 1984, **Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian, Edisi Ketiga**, Liberty, Yogyakarta
- Sudrajat, Setiyawan. D, Widyawati. Y, dan Ariatmi. R., 2006, **Permasalahan Dalam Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar**, Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH), Bogor
- Suyartono dan Husaini, 1992, **Kegiatan Litbang Zeolit Indonesia Periode 1980 – 1981**, Majalah Pertambangan dan Energi, Jakarta.
- Syahirah, S., 2008, **Proses Pembuatan Biodiesel Dengan Bahan Baku Jatropha Curcas ( Jarak Pagar )**, <http://iskandarmt.wordpress.com/2008/07/05/proses-pembuatan-biodiesel-dengan-bahan-baku-jatropha-curcas-jarak-pagar.html>
- Treybal, R. E., 1968, **Mass Transfer Operations**, McGraw Hill Inc, New York
- Wang, T., Turhan, M and Gunasekaran, S., 2004. **Selected Properties of pH-Sensitive, Biodegradable Chitosan-Poly(Vinyl Alcohol) Hydrogel**. *Polymer International* 53:911-918.
- Yuliani, Sri, Chairunnisa, Astyani, Harimurti, Niken dan Sumangat, Djajeng., 2006, **Pemisahan Gum Dari Minyak Jarak Dengan Cara Penambahan Air Dan Asam**, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Akademi Kimia Analis, Bogor

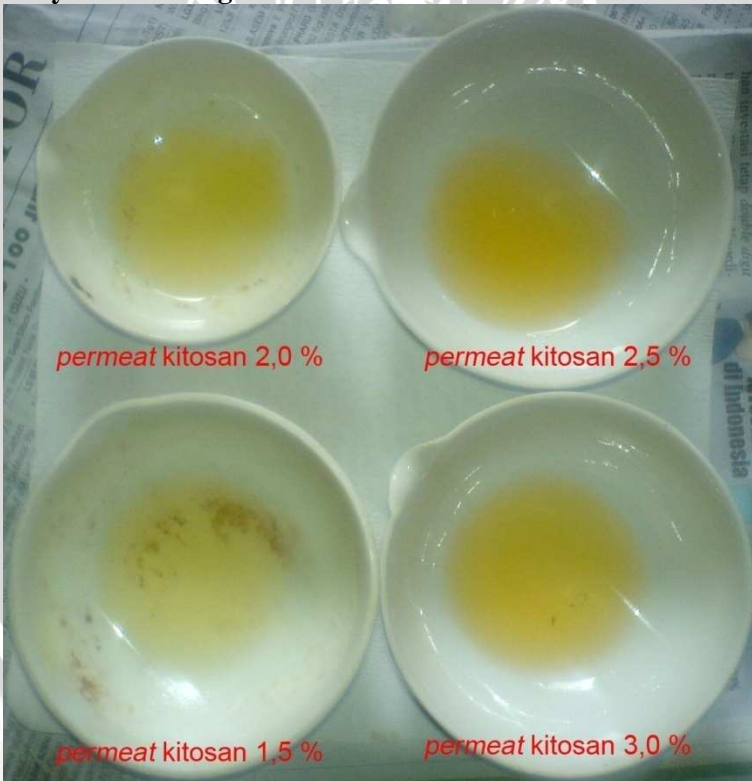
## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Gambar - gambar

#### L.1.1.a Minyak Jarak Pagar Sebelum Proses Pemisahan



#### L.1.1.b Minyak Jarak Pagar Setelah Proses Pemisahan



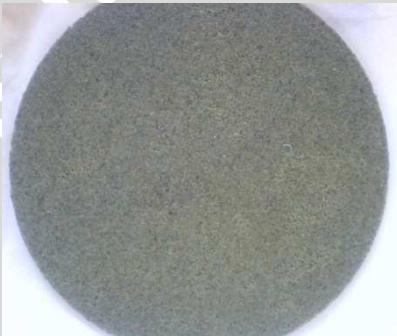
### L.1.2 Membran Zeolit-Kitosan



**Kitosan 1,5 %**



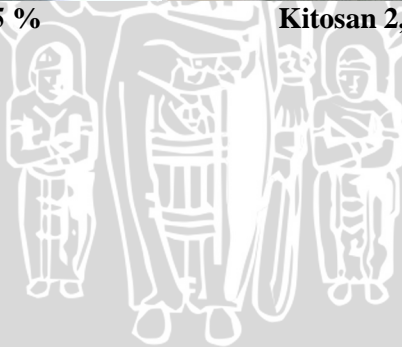
**Kitosan 2,0 %**



**Kitosan 2,5 %**



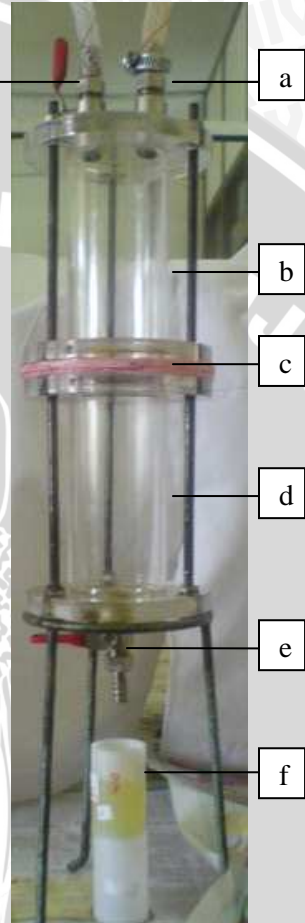
**Kitosan 2,0 %**



### L.1.3 Pipa U dan Sel Filtrasi



Pipa U



Sel Filtrasi

- Keterangan :
- a. *input* tekanan
  - b. tangki penampung feed minyak
  - c. tempat membran zeolit-kitosan
  - d. tangki penampung *permeat*
  - e. klep output *permeat*
  - f. tempat *permeat*
  - g. *output* tekanan ke pipa U
  - h. skala pipa U

## Lampiran 2 Preparasi larutan dan pembakuan

### L.2.1 Preparasi larutan Asam Asetat 2% ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

Larutan asam asetat 2% dibuat dengan cara mengambil larutan asam asetat glasial sebanyak 2 mL, menggunakan pipet ukur dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas. Dikocok sampai homogen.

### L.2.2 Preparasi larutan indikator fenolftalein 1 %

Larutan indikator fenolftalein 1 % dibuat dengan cara menimbang fenolftalein sebanyak 5 g, lalu dilarutkan dengan 30 mL etanol 96% dalam gelas beaker. Kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditandabatkan dengan penambahan etanol 96%.

### L.2.3 Preparasi larutan NaOH 0,1 N

$$\text{BM NaOH} = 40 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Ekivalen NaOH} = 1$$

$$\text{Mol ekivalen NaOH} = \text{mol NaOH}$$

Jadi massa NaOH yang dibutuhkan untuk membuat larutan NaOH 0,1 N adalah :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \text{BM} \times N_{\text{NaOH}} \times V \\ &= 40 \text{ gram/mol} \times 0,1 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} \\ &= 4 \text{ gram} \end{aligned}$$

Larutan NaOH 0,1 N dibuat dengan cara menimbang padatan NaOH sebanyak 4 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 100 mL dalam beaker gelas 250 mL. Setelah semua padatan NaOH larut, larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 1 L, dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

### L.2.4 Preparasi Larutan Asam Oksalat ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0,1 N

$$\text{BM } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126,07 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Ekivalen } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 2$$

$$\text{Mol ekivalen } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{mol } \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

Jadi massa  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan untuk membuat larutan  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,1 N adalah :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= \text{BM} \times N_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times V \\ &= 126,07 \text{ gram/mol} \times 0,1/2 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 0,63035 \text{ gram} \end{aligned}$$

Dalam penelitian, massa  $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$  yang ditimbang adalah sebesar 0,6576 gram, sehingga

$$\begin{aligned} \text{Normalitas } C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O &= \frac{\text{Massa} \times \text{ekiv}}{\text{BM} \times V} \\ &= \frac{0,6576 \text{ gram} \times 2}{126,07 \frac{\text{gram}}{\text{mol}} \times 0,1 \text{ L}} \\ &= 0,1043 \text{ N} \end{aligned}$$

Larutan asam oksalat 0,1 N dibuat dengan cara menimbang asam oksalat sebanyak 0,6576 gram, lalu dilarutkan dengan 50 mL aquades dalam gelas beaker. Kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 mL dan ditandabatkan dengan penambahan aquades. Sehingga didapat Larutan asam oksalat dengan konsentrasi 0,1043 N.

### L.2.5 Standarisasi Larutan NaOH 0,1 N

Standarisasi larutan NaOH alkoholis 0,1 N dilakukan dengan titrasi menggunakan asam oksalat 0,1043 N. Sebanyak 5 mL Larutan asam oksalat 0,1043 N dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambah dengan 3 tetes indikator fenolftalein. Kemudian larutan tersebut dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N dan dicatat volume NaOH yang diperlukan. Dilakukan duplo, lalu dihitung Normalitas larutan NaOH :

$$\begin{aligned} \text{Ekiv } H_2C_2O_4 &= \text{Ekiv NaOH} \\ [H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O] &= [NaOH] \\ 0,1043 \text{ N} \times 5 \text{ mL} &= [NaOH] \times 5,43 \text{ mL} \\ [NaOH] &= 0,09605 \text{ N} \end{aligned}$$



## Lampiran 3 Perhitungan

### L.3.1 Konversi Pipa U

Rumus yang digunakan adalah rumus bejana berhubungan yaitu :

$$P_1 - P_2 = (\rho_f - \rho) g \cdot d$$

Dimana  $P_1 - P_2$  : tekanan pada tabung filtrasi

$\rho_f$  : massa jenis minyak jarak

$\rho$  : massa jenis udara

$g$  : gaya gravitasi

$d$  : perbedaan tinggi minyak pada 2 sisi pipa U

Contoh:

- untuk  $d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} P_1 - P_2 &= (\rho_f - \rho) g \cdot d \\ &= (0,92 \times 10^3 - 1,29) \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,1 \text{ m} \\ &= 918,71 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,1 \text{ m} \\ &= 901,25 \text{ kg/m} \cdot \text{s}^2 \end{aligned}$$

### L.3.2 Konversi Ukuran Zeolit Alam Turen

Diameter butiran zeolit alam turen :

$$60 \text{ mesh} = 0,0098 \text{ inch} \times 25,4 = 0,2489 \text{ mm}$$

$$80 \text{ mesh} = 0,0070 \text{ inch} \times 25,4 = \underline{0,1778 \text{ mm}} + 0,4267 \text{ mm}$$

Diameter butiran zeolit alam turen rata-rata :

$$= \frac{0,4267 \text{ mm}}{2}$$

$$= 0,21335 \text{ mm}$$

### L.3.3 Perhitungan BM campuran

$$\text{BM Oleat} = 282,46 \times 37,1\% = 10.479,266$$

$$\text{BM Stearat} = 284,48 \times 5,7\% = 1.450,536$$

$$\text{BM Palmitat} = 256,42 \times 17\% = 4.359,14$$

$$\text{BM Linoleat} = 280,445 \times 40,2\% = \underline{11.273,890}$$

$$\text{BM Total} = 27.562,832$$

$$\text{BM Campuran} = \text{BM Total} : 100\%$$

$$= 27,562,832 : 100\%$$

$$= 275,62\%$$

### L.3.4 Perhitungan kadar FFA

$$\% \text{ Kadar FFA (b/b)} = \frac{v \times N \times 275,62}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100$$

Contoh perhitungan kadar FFA dalam minyak jarak pagar:

Volume NaOH titrasi I = 4,74 ml

Volume NaOH titrasi II = 4,76 ml

Volume NaOH titrasi rata-rata = 4,75 ml

Normalitas NaOH = 0,09504 N

Massa sampel = 2 gram

% Kadar FFA (b/b) =

$$\frac{4,75 \text{ ml} \times 0,09504 \text{ mmol. ekiv/ml} \times 275,62 \text{ mg/mmol. ekiv}}{2 \text{ gr} \times 1000 \text{ mg/gr}} \times 100$$

% Kadar FFA (b/b) = 6,090 %

### L.3.5 Perhitungan kadar air

$$\text{kadar air} = \frac{A - B}{A} \times 100 \%$$

Contoh perhitungan kadar air dalam minyak jarak pagar:

Massa cawan penguap = 36,6295 gram

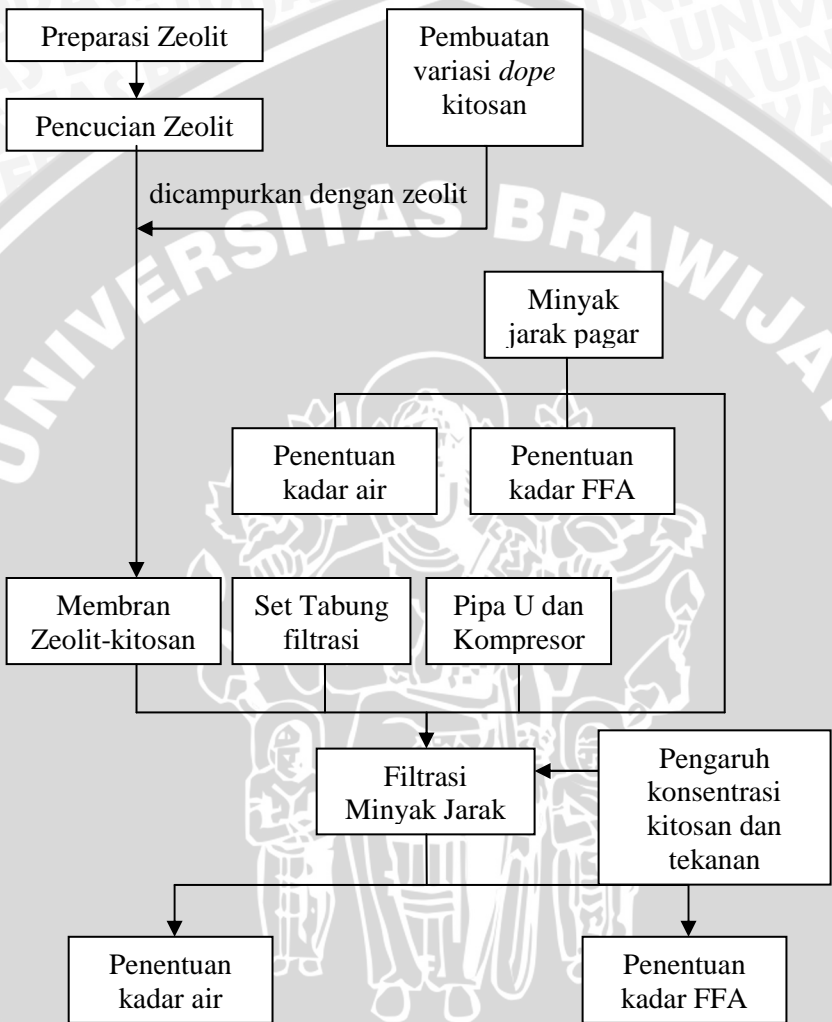
Massa awal (cawan + minyak) = 38,6430 gram

Massa akhir (cawan + minyak) = 38,6426 gram

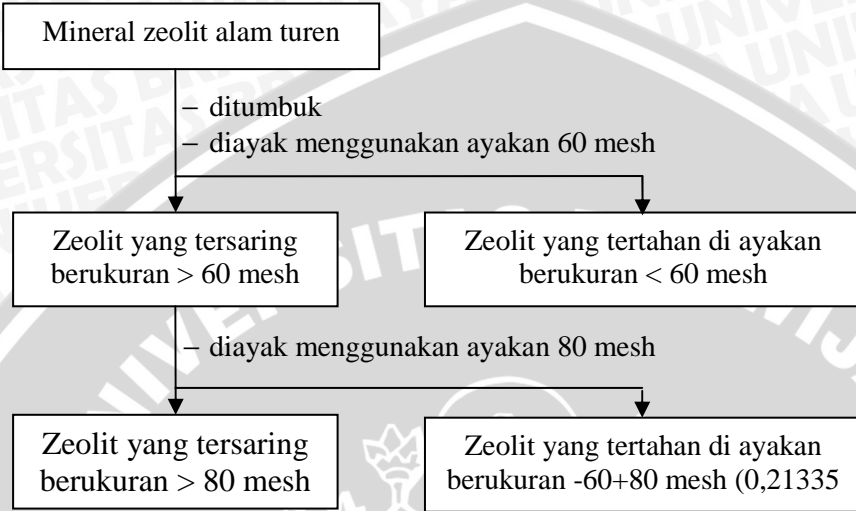
$$\text{kadar air} = \frac{(38,6430 - 38,6426) \text{ gr}}{(38,6430 - 36,6295) \text{ gr}} \times 100 \%$$

kadar air = 0,0198 %

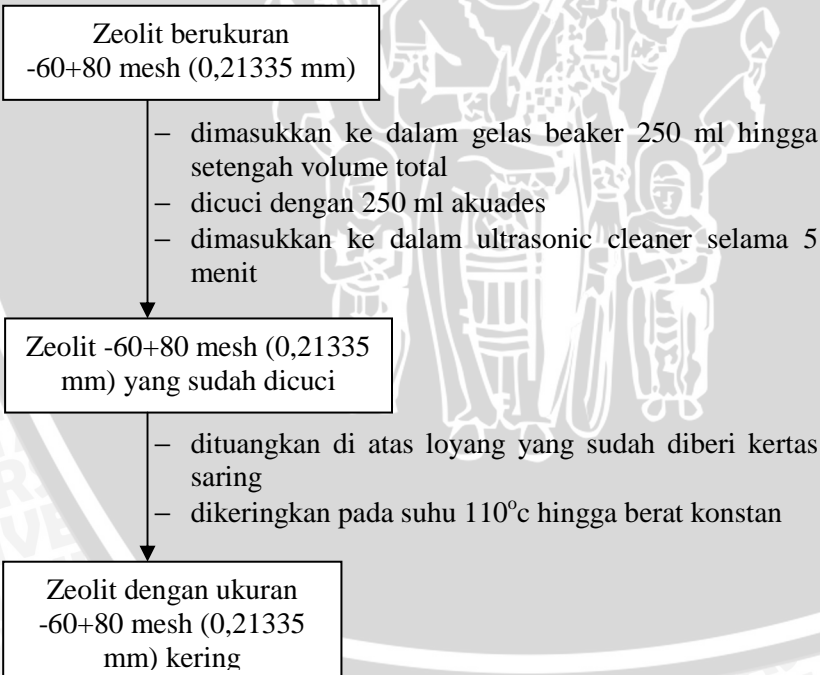
#### Lampiran 4 Diagram Alir Penelitian



#### L.4.1 Preparasi zeolit sebagai support material



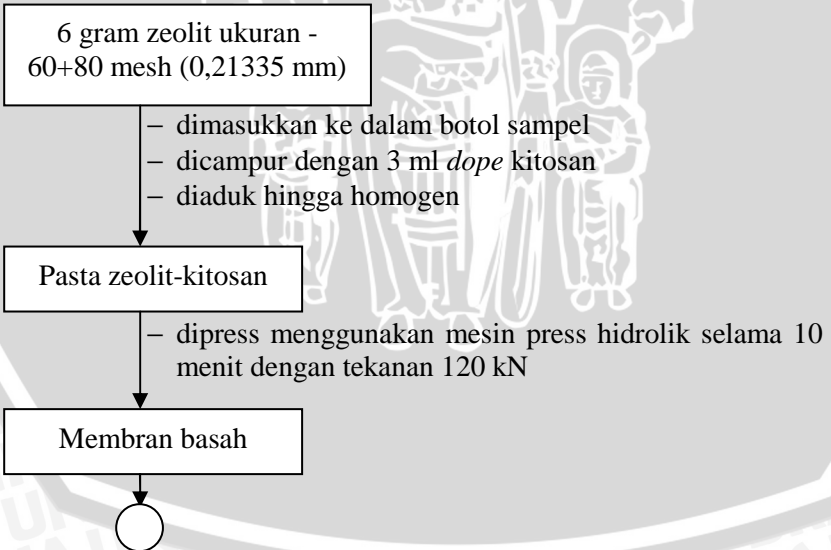
#### L.4.2 Pencucian Zeolit Alam Turen



### L.4.3 Pembuatan *dope* kitosan



### L.4.4 Pembuatan pellet (membran) zeolit-kitosan





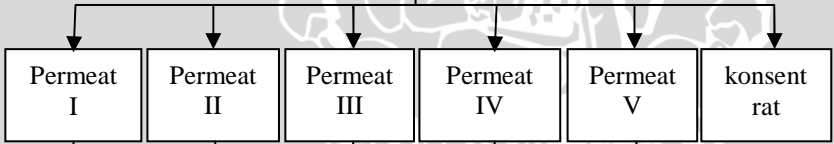
- dikeringkan dalam suhu kamar selama 1 hari

Membran  
zeolit-kitosan

### L.4.5 Proses filtrasi minyak jarak pagar

30 ml minyak jarak  
pagar

dimasukkan ke dalam tabung  
filtrasi yang sudah dilengkapi  
membran zeolit-kitosan  
diberi tekanan sebesar 0,901 ;  
1,803; 2,704; 3,605; dan 4,506  
 $\text{kg/m.s}^2 \times 10^3$



ditampung dalam botol sampel  
plastik untuk diuji sifat kimia  
dan fisik

Minyak jarak pagar  
hasil filtrasi

## L.4.6 Uji sifat kimia dan fisika

### L.4.6.a Uji kadar FFA

2 gram permeal  
minyak jarak pagar

- dimasukkan ke dalam erlenmeyer
- ditambahkan 25 ml etanol 96%
- ditambahkan 3 tetes indikator pp
- dititrasi dengan NaOH 0,1 M hingga tampak merah muda yang stabil
- dihitung kadar FFA
- diduplo

Data

### L.4.6.b Uji kadar air

2 gram permeal  
minyak jarak pagar

- dimasukkan dalam krus penguap yang sudah dikeringkan pada suhu 105°C
- diletakkan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 110°C
- dimasukkan ke dalam desikator
- ditimbang
- dimasukkan lagi ke dalam oven selama 30 menit dengan suhu 110°C
- dimasukkan ke dalam desikator
- ditimbang sampai berat konstan

Data

## Lampiran 5 Data Hasil Pemurnian Minyak Jarak

### L.5.1 Data Penentuan Kadar FFA Minyak Jarak Pagar

Tabel L.5.1 Data volume titrasi penentuan kadar FFA

| konsentrasi kitosan (% v/v) | tekanan filtrasi (kg/m.s2 x 103) | volume NaOH (ml) |      | rata-rata volume NaOH (ml) |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------|------|----------------------------|
|                             |                                  | I                | II   |                            |
| 1,5                         | 0,901                            | 4,36             | 4,6  | 4,48                       |
|                             | 1,803                            | 4,64             | 4,7  | 4,67                       |
|                             | 2,704                            | 4,82             | 4,82 | 4,82                       |
|                             | 3,605                            | 4,94             | 4,92 | 4,93                       |
|                             | 4,506                            | 4,95             | 4,94 | 4,945                      |
| 2                           | 0,901                            | 4,96             | 4,94 | 4,95                       |
|                             | 1,803                            | 5                | 5    | 5                          |
|                             | 2,704                            | 5,02             | 5    | 5,01                       |
|                             | 3,605                            | 5,14             | 5,14 | 5,14                       |
|                             | 4,506                            | 5,22             | 5,22 | 5,22                       |
| 2,5                         | 0,901                            | 4,94             | 4,94 | 4,94                       |
|                             | 1,803                            | 4,96             | 5    | 4,98                       |
|                             | 2,704                            | 5,02             | 5,08 | 5,05                       |
|                             | 3,605                            | 5,1              | 4,98 | 5,04                       |
|                             | 4,506                            | 5,08             | 5,04 | 5,06                       |
| 3                           | 0,901                            | 4,92             | 4,94 | 4,93                       |
|                             | 1,803                            | 5                | 5,02 | 5,01                       |
|                             | 2,704                            | 5,12             | 5,12 | 5,12                       |
|                             | 3,605                            | 5,16             | 5,14 | 5,15                       |
|                             | 4,506                            | 5,18             | 5,14 | 5,16                       |



Tabel L.5.1.a Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar Kitosan 1,5 %

| tekanan filtrasi<br>( $\text{kg/m.s}^2 \times 10^3$ ) | kadar FFA (%) |       | kadar penurunan FFA (%) |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------|-------------------------|
|                                                       | awal          | akhir |                         |
| 0,901                                                 | 6,4439        | 5,7   | 11,54                   |
| 1,803                                                 | 6,4439        | 6,008 | 6,76                    |
| 2,704                                                 | 6,457         | 6,18  | 4,29                    |
| 3,605                                                 | 6,457         | 6,32  | 2,12                    |
| 4,506                                                 | 6,457         | 6,35  | 1,66                    |

Tabel L.5.1.b Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar Kitosan 2,0 %

| tekanan filtrasi<br>( $\text{kg/m.s}^2 \times 10^3$ ) | kadar FFA (%) |       | kadar penurunan FFA (%) |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------|-------------------------|
|                                                       | awal          | akhir |                         |
| 0,901                                                 | 6,552         | 6,183 | 5,63                    |
| 1,803                                                 | 6,552         | 6,246 | 4,67                    |
| 2,704                                                 | 6,552         | 6,259 | 4,47                    |
| 3,605                                                 | 6,552         | 6,425 | 1,94                    |
| 4,506                                                 | 6,552         | 6,52  | 0,49                    |

Tabel L.5.1.c Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar Kitosan 2,5 %

| tekanan filtrasi<br>( $\text{kg/m.s}^2 \times 10^3$ ) | kadar FFA (%) |       | kadar penurunan FFA (%) |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------|-------------------------|
|                                                       | awal          | akhir |                         |
| 0,901                                                 | 6,6447        | 6,406 | 3,59                    |
| 1,803                                                 | 6,6447        | 6,459 | 2,79                    |
| 2,704                                                 | 6,6447        | 6,552 | 1,40                    |
| 3,605                                                 | 6,6447        | 6,538 | 1,61                    |
| 4,506                                                 | 6,696         | 6,589 | 1,60                    |

Tabel L.5.1.d Data Penurunan Kadar FFA Dengan Kadar Kitosan 3,0 %

| tekanan filtrasi (kg/m.s <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup> ) | kadar FFA (%) |        | kadar penurunan FFA (%) |
|-----------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|
|                                                           | awal          | akhir  |                         |
| 0,901                                                     | 6,696         | 6,4172 | 4,16                    |
| 1,803                                                     | 6,696         | 6,5235 | 2,58                    |
| 2,704                                                     | 6,696         | 6,6697 | 0,39                    |
| 3,605                                                     | 6,7361        | 6,7095 | 0,39                    |
| 4,506                                                     | 6,736         | 6,7228 | 0,20                    |

**L.5.2 Data Penentuan Kadar Air Minyak Jarak Pagar**

Tabel L.5.2 Data massa minyak sebelum dan sesudah pemanasan

| konsentrasi kitosan (% v/v) | tekanan filtrasi (kg/m.s <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup> ) | massa cawan (gram) | massa cawan + minyak (gram) |         |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------|
|                             |                                                           |                    | awal                        | akhir   |
| 1,5                         | 0,901                                                     | 36,431             | 38,521                      | 38,519  |
|                             | 1,803                                                     | 35,977             | 37,8373                     | 37,8364 |
|                             | 2,704                                                     | 35,922             | 37,98                       | 37,979  |
|                             | 3,605                                                     | 26,842             | 29,033                      | 29,031  |
|                             | 4,506                                                     | 27,9010            | 29,95                       | 29,948  |
| 2                           | 0,901                                                     | 36,5039            | 38,7672                     | 38,763  |
|                             | 1,803                                                     | 20,1065            | 22,3431                     | 22,3414 |
|                             | 2,704                                                     | 36,51              | 38,5548                     | 38,5538 |
|                             | 3,605                                                     | 36,3327            | 38,3888                     | 38,3863 |
|                             | 4,506                                                     | 35,9924            | 38,0016                     | 37,998  |
| 2,5                         | 0,901                                                     | 36,532             | 38,614                      | 38,612  |
|                             | 1,803                                                     | 36,419             | 38,556                      | 38,554  |
|                             | 2,704                                                     | 36,243             | 38,336                      | 38,335  |
|                             | 3,605                                                     | 35,908             | 37,931                      | 37,929  |
|                             | 4,506                                                     | 26,842             | 28,918                      | 28,915  |

Lanjutan Tabel L.5.2 Data massa minyak sebelum dan sesudah pemanasan

| konsentrasi kitosan (% v/v) | tekanan filtrasi (kg/m.s <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup> ) | massa cawan (gram) | massa cawan + minyak (gram) |        |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------|
|                             |                                                           |                    | awal                        | akhir  |
| 3                           | 0,901                                                     | 36,436             | 38,475                      | 38,472 |
|                             | 1,803                                                     | 26,854             | 28,909                      | 28,907 |
|                             | 2,704                                                     | 35,923             | 37,972                      | 37,971 |
|                             | 3,605                                                     | 36,565             | 38,623                      | 38,62  |
|                             | 4,506                                                     | 36,259             | 38,287                      | 38,284 |

Tabel L.5.2.a Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar Kitosan 1,5 %

| tekanan filtrasi (kg/m.s <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup> ) | kadar air (%) |        | kadar penurunan air (%) |
|-----------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|
|                                                           | awal          | akhir  |                         |
| 0,901                                                     | 0,2805        | 0,0957 | 65,8846                 |
| 1,803                                                     | 0,2805        | 0,0484 | 82,7525                 |
| 2,704                                                     | 0,2805        | 0,0486 | 82,6771                 |
| 3,605                                                     | 0,2805        | 0,0913 | 67,4572                 |
| 4,506                                                     | 0,2805        | 0,0976 | 65,2019                 |

Tabel L.5.2.b Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar Kitosan 2,0 %

| tekanan filtrasi (kg/m.s <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup> ) | kadar air (%) |        | kadar penurunan air (%) |
|-----------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|
|                                                           | awal          | akhir  |                         |
| 0,901                                                     | 0,3005        | 0,1856 | 38,2463                 |
| 1,803                                                     | 0,3005        | 0,0760 | 74,7061                 |
| 2,704                                                     | 0,3005        | 0,0489 | 83,7256                 |
| 3,605                                                     | 0,3005        | 0,1216 | 59,5376                 |
| 4,506                                                     | 0,3005        | 0,1792 | 40,3741                 |

Tabel L.5.2.c Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar Kitosan 2,5 %

| tekanan<br>filtrasi<br>(kg/m.s2 x<br>103) | kadar air (%) |        | kadar<br>penurunan<br>air<br>(%) |
|-------------------------------------------|---------------|--------|----------------------------------|
|                                           | awal          | akhir  |                                  |
| 0,901                                     | 0,2805        | 0,0961 | 65,7535                          |
| 1,803                                     | 0,2805        | 0,0936 | 66,6349                          |
| 2,704                                     | 0,2805        | 0,0478 | 82,9667                          |
| 3,605                                     | 0,2805        | 0,0989 | 64,7547                          |
| 4,506                                     | 0,2805        | 0,1445 | 48,4818                          |

Tabel L.5.2.d Data Penurunan Kadar Air Dengan Kadar Kitosan 3,0 %

| tekanan<br>filtrasi<br>(kg/m.s2 x<br>103) | kadar air (%) |        | kadar<br>penurunan<br>air<br>(%) |
|-------------------------------------------|---------------|--------|----------------------------------|
|                                           | awal          | akhir  |                                  |
| 0,901                                     | 0,3005        | 0,1471 | 51,0380                          |
| 1,803                                     | 0,3005        | 0,0973 | 67,6128                          |
| 2,704                                     | 0,3005        | 0,0488 | 83,7590                          |
| 3,605                                     | 0,3005        | 0,1458 | 51,4900                          |
| 4,506                                     | 0,3005        | 0,1479 | 50,7724                          |