

*Skripsi*

**PRODUKSI BIODIESEL BERBASIS MINYAK JELANTAH  
MENGUNAKAN KATALIS  $\text{CaO-AICl}_3$  DENGAN METODE  
ULTRASONIK**

**SANTRI MARDIAH NINGSIH**

**H311 13 328**



**DEPARTEMEN KIMIA  
KULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2018**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**PRODUKSI BIODIESEL BERBASIS MINYAK JELANTAH  
MENGUNAKAN KATALIS  $\text{CaO-AICl}_3$  DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE ULTRASONIK**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

**Oleh :**

**SANTRI MARDIAH NINGSIH**

**H 311 13 328**



**MAKASSAR**

**2018**

**SKRIPSI**

**PRODUKSI BIODIESEL BERBASIS MINYAK JELANTAH  
MENGUNAKAN KATALIS  $\text{CaO-AICl}_3$  DENGAN METODE  
ULTRASONIK**

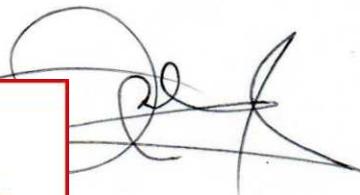
**Disusun dan diajukan oleh :**

**SANTRI MARDIAH NINGSIH**

**H 311 13 328**

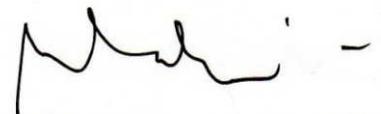
**Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Pembimbing Utama**



**Mardiah Raya, M.Si**  
**9641125 199002 2 001**

**Pembimbing Pertama**



**Dr. Muhammad Zakir, M.sj**  
**NIP.19701103 199903 1 001**



## PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi **Allah** yang telah menciptakan alam semesta dan seisiNya. Maha suci Allah yang telah menciptakan segala ilmu pengetahuan yang ada di muka bumi ini. Puji syukur kehadiran Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “**Produksi Biodiesel berbasis Minyak Jelantah menggunakan Katalis CaO-AlCl<sub>3</sub> dengan Metode Ultrasonik**” dapat terselesaikan.

Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda **Rasulullah Muhammad SAW** yang menjadi panutan bagi umat di dunia. Dialah Nabi akhir zaman, revolusioner dunia, yang mampu menguak dan merubah kejahililian menuju *sirothol mustaqim*, yakni agama Islam.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada Ibu **Dr. Indah Raya, M.Si.**, dan Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si.** selaku pembimbing riset yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang begitu berharga dari awal pemikiran untuk penyusunan skripsi hingga selesai. Keduanya merupakan orang-orang terbaik di bidangnya. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tuaku **Ilham N. Sumetra (Alm)** dan **Sofia Djafar** yang dengan penuh kasih sayang dan keikhlasan telah mengasuh, membesarkan dan membiayai baik materil maupun spiritual serta mengalirkan doa-doanya untuk

hagiaan putri tercintanya baik di dunia maupun di akhirat, yang telah dididik dan menuntuk penulis dengan curahan kasih sayang yang tidak ngga.



2. Kepada kakak-kakakku **Novi Kurniawati dan Nur Fitria Dewi** yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam melakukan penelitian serta bersedia mendengar keluh kesah adik kecilnya.
3. Seluruh **Dosen Departemen Kimia** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmunya yang sangat berharga.
4. Kepada pembimbing akademik **Drs. Fredryk W. Mandey, M.Sc** yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama masa perkuliahan.
5. **Tim Penguji Ujian Sarjana Kimia**, yaitu Dr. Abd. Karim, M.Si, Prof. Dr. Abd Wahid Wahab, M.Sc terima kasih atas bimbingan dan saran-sarannya.
6. **Kak Linda, Kak Hana, Pak Iqbal, Pak Sugeng, Ibu Tini dan Kak Fibi** selaku analis Laboratorium yang sangat membantu dalam penyelesaian penelitian, sangat sabar menghadapi kami para peneliti.
7. Saudara-saudaraku **Chemistry 2013**, sandi, adhan, sup, kipli (Alm) asrul, andika, wawan, yogi, danang, condang, slamet, aan, anton, afdhal, wahyu, flo, akbar, fatur, suci, murtina, eka, wina, ros, muli, ifah, riska, ayu, ody, nunu, usfah, adji, ani, dss, harma, shila, rani, nisa, adri, afni, ita, vero, tisa, ulfa, ana, rafsen, samri, mima, hikmah, fitri, Irma, sarifah, sri, emmi, eda, butet, fira, aul, adel, yuni, aeni, dalifah, dan yudit.
8. Kepada **Wina Khatrini Darwin** sebagai partner penelitian yang selalu bersama dalam suka duka menjalani penelitian.
9. Kepada **Suci Paramita, Rosdiana, Eka Kartika, Murtina dan Sri Mulyani** yang selalu memberikan semangat saat saya merasa putus asa, dan selalu ada disaat butuh hiburan.

ada teman **Kos Putri Puri** khususnya Maudy, Iti, Kak Nilam, Nani, Dila Mutia yang selalu mendengar keluh kesah penulis dan memberikan dukungan dalam keadaan apapun.



11. Kepada kakak **konformasi 2011** kakak **mesomeri**, kakak **siklik**, adek **prekursor 2014**, **polihedra 2015**, **kromofor 2016**, **alifatik 2017**, dan seluruh anggota serta alumni **KMK FMIPA UNHAS**.
12. Kepada semua pengurus BEM ku waktu maba serta seluruh anggota dan alumni **KM FMIPA UNHAS**
13. Kepada **Kak Aidah**, **Kak Andini** dan **kak Ajirah** yang telah mengajarkan saya tentang agama dan cara membaca Al-Qur'an dengan baik dan benar dan selalu memotivasi penulis.

Penulis sadar bahwa Tulisan ini masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya.

Makassar, November 2018

Penulis



## ABSTRAK

Minyak jelantah adalah minyak bekas pakai yang merupakan limbah industri atau rumah tangga dan telah mengalami beberapa perubahan baik fisik maupun kimia. Limbah minyak jelantah dapat dikonversi menjadi biodiesel. Penelitian ini memanfaatkan minyak jelantah untuk memproduksi biodiesel dengan katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$ , menggunakan metode ultrasonik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas katalis, persen rendemen biodiesel dan kualitas biodiesel yang dihasilkan. Sebelum dilakukan proses konversi menjadi biodiesel, minyak jelantah terlebih dahulu dimurnikan melalui 3 tahap yaitu *despicing*, netralisasi dan *bleaching*. Pada produksi biodiesel ini digunakan methanol dan minyak jelantah sebagai bahan dasar dengan rasio molar antara minyak dan metanol sebesar 1:6. Reaksi ini dilakukan pada suhu  $65^\circ\text{C}$  dengan waktu reaksi 90, 120 dan 150 menit. Hasil rendemen yang diperoleh dengan waktu reaksi 90 menit (44,25%), 120 menit (55%), 150 menit (64%). Kualitas biodiesel yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi standar ASTM D6751 kecuali pada parameter viskositas.

**Kata Kunci :** Biodiesel, Katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$ , Minyak Jelantah dan Ultrasonik.



## ABSTRACT

Wasted cooking oil is used oil that an industrial or household waste and has undergone several changes both of physically and chemically. The waste cooking oil can be converted to biodiesel. This research used wasted cooking oil for biodiesel production with CaO-AlCl<sub>3</sub> as catalyst used ultrasonic method. The aim of this research is know the catalyst effectivity, biodiesel yield percentage and the quality of the biodiesel produced. First stage to produce the biodiesel is purified the wasted cooking oil with three step, that is despicing, neutralization and bleaching. The production of biodiesel uses methanol and wasted cooking oil with ratio molar is 1: 6. This reaction was carried out 65°C with reaction time of 90, 120 and 150 minutes. The yield results were obtained with a reaction time of 90 minutes (44.25%), 120 minutes (55%), 150 minutes (64%). The quality of the biodiesel produced mostly have met the ASTM D6751 standard except for the viscosity parameter.

**Keywords:** Biodiesel, Catalyst of CaO-AlCl<sub>3</sub>, Ultrasonic and Wasted Cooking oil



## DAFTAR ISI

|   | halaman |
|---|---------|
| PRAKATA.....  | iv      |
| ABSTRAK.....  | vii     |
| ABSTRACT.....   | viii    |
| DAFTAR ISI .....  | ix      |
| DAFTAR GAMBAR .....   | xiii    |
| DAFTAR TABEL.....   | xiv     |
| DAFTAR LAMPIRAN.....  | xv      |
| DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN .....                                     | xvi     |
| BAB I PENDAHULUAN .....   | 1       |
| 1.1 Latar belakang.....   | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah.....  | 4       |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....                                 | 5       |
| 1.3.1 Maksud Penelitian.....  | 5       |
| 1.3.2 Tujuan Penelitian .....   | 5       |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....  | 5       |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....   | 6       |
| 2.1 Tinjauan Umum Biodiesel .....                                     | 6       |
| 2.1.1 Pegertian Biodiesel .....                                       | 6       |
| 2.1.2 Sumber Bahan Bakar Biodiesel .....                              | 6       |
| 2.2 Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai<br>Bahan Bakar Biodiesel..... | 8       |
| 2.3 Produksi Biodiesel .....  | 9       |
|   | ix      |



|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.1 Metode Ultrasonik .....   | 9         |
| 2.3.2 Reaksi Transesterifikasi .....  | 10        |
| 2.3.3 Katalis.....  | 12        |
| 2.3.3.1 Katalis Homogen.....  | 12        |
| 2.3.3.2 Katalis Heterogen .....   | 13        |
| 2.3.3.2.1 Katalis CaO .....   | 13        |
| 2.3.3.3 Katalis AlCl <sub>3</sub> .....   | 14        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>  | <b>15</b> |
| 3.1 Bahan Penelitian .....  | 15        |
| 3.2 Alat Penelitian.....  | 15        |
| 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....  | 15        |
| 3.4 Prosedur Penelitian .....   | 16        |
| 3.4.1 Pemurnian Minyak Jelantah.....  | 16        |
| 3.4.1.1 Proses <i>Despicing</i> .....   | 16        |
| 3.4.1.2 Proses Netralisasi.....   | 16        |
| 3.4.1.3 Proses <i>Bleaching</i> .....   | 16        |
| 3.4.2 Produksi Biodiesel melalui Metode Ultrasonik .....  | 16        |
| 3.4.3 Pembuatan Pereaksi .....  | 17        |
| 3.4.3.1 Pembuatan Larutan KOH 0,5 Alkoholik.....  | 17        |
| 3.4.3.2 Pembuatan Larutan KOH 0,1 N .....   | 17        |
| 3.4.3.3 Pembuatan Larutan HCl 0,5 N .....   | 17        |
| 3.4.3.4 Pembuatan Larutan Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,1 N .....                         | 18        |
| 3.4.3.5 Pembuatan Alkohol Netral 95% .....  | 18        |
| 3.4.3.6 Standarisasi Larutan KOH 0,1 N dengan<br>Larutan H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ..... | 18        |



|   |           |
|---|-----------|
| 3.4.3.7 Standarisasi Larutan HCl 0,5 N dengan Larutan Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .10H <sub>2</sub> O .....             | 18        |
| 3.4.3.8 Standarisasi Larutan Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O 0,1 N dengan Larutan KIO <sub>3</sub> ..... | 19        |
| 3.4.4 Analisis Sifat Fisik Biodiesel .....  | 19        |
| 3.4.4.1 Analisis Densitas Biodiesel .....   | 19        |
| 3.4.4.2 Analisis Viskositas Biodiesel .....   | 19        |
| 3.4.5 Analisis Sifat Kimia Biodiesel .....  | 20        |
| 3.4.5.1 Analisis Asam Lemak Biodiesel .....   | 20        |
| 3.4.5.2 Analisis Angka Penyabunan Biodiesel .....   | 20        |
| 3.4.5.3 Analisis Bilangan Iodium .....  | 21        |
| 3.5 Rancangan Pengolahan Data .....   | 22        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  | <b>22</b> |
| 4.1 Pemurnian Minyak Jelantah .....   | 23        |
| 4.2 Produksi Biodiesel .....  | 24        |
| 4.3 Analisis Sifat Fisika Biodiesel .....   | 27        |
| 4.3.1 Analisis Densitas Biodiesel .....   | 27        |
| 4.3.2 Analisis Viskositas Biodiesel .....   | 29        |
| 4.4 Analisis Kimia Biodiesel .....  | 30        |
| 4.4.1 Analisis Asam Lemak Bebas .....   | 30        |
| 4.4.2 Analisis Angka Penyabunan.....  | 31        |
| 4.4.3 Analisis Bilangan Iodium .....  | 32        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>34</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 34        |
| 5.2 Saran .....   | 34        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>35</b> |





## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | halaman |
|---|---------|
| 1. Reaksi Transesterifikasi pada Trigliserida .....   | 11      |
| 2. Mekanisme Reaksi Transesterifikasi dengan menggunakan Katalis<br>CaO-AlCl <sub>3</sub> menjadi Metil ester ..... | 27      |
| 3. Histogram Densitas Biodiesel .....   | 28      |
| 4. Histogram Viskositas Biodiesel .....   | 29      |
| 5. Histogram Asam Lemak Bebas.....  | 31      |
| 6. Histrogram Angka Penyabunan .....  | 32      |
| 7. Histogram Bilangan Iodium .....  | 33      |



## DAFTAR TABEL

| Tabel   | halaman |
|---|---------|
| 1. Karakterisasi Biodiesel Standar ASTM dan SNI ..... | 8       |
| 2. Rancangan Pengolahan Data .....                    | 22      |
| 3. Rendemen Biodiesel .....                           | 25      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran   | halaman |
|--|---------|
| 1. Pemurnian Minyak Jelantah.....  | 41      |
| 2. Sintesis Biodiesel Melalui Metode Ultrasonik.....   | 42      |
| 3. Analisis Densitas Biodiesel .....   | 43      |
| 4. Analisis Viskositas Biodiesel .....   | 44      |
| 5. Analisis Asam Lemak Bebas .....   | 45      |
| 6. Analisis Angka Penyabunan Biodiesel .....   | 46      |
| 7. Analisis Bilangan Iodium .....  | 47      |
| 8. Standarisasi Larutan KOH 0,1 N .....  | 48      |
| 9. Standarisasi Larutan HCl 0,5 N .....  | 49      |
| 10. Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 N ..... | 50      |
| 11. Perhitungan Rendemen Biodiesel .....   | 51      |
| 12. Perhitungan Densitas Biodiesel .....   | 53      |
| 13. Perhitungan Viskositas Biodiesel .....   | 55      |
| 14. Perhitungan Asam Lemak Bebas Biodiesel.....  | 56      |
| 15. Perhitungan Angka Penyabunan Biodiesel .....   | 58      |
| 16. Perhitungan Bilangan Iodium Biodiesel .....  | 59      |
| 17. Dokumentasi Proses Pemurnian Minyak Jelantah.....  | 60      |
| 18. Dokumentasi Proses Transterifikasi.....  | 61      |



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

ASTM : *American Society for Testing and Materials*

cP : centipoise

cSt : centistoke

FFA : *Free Fatty Acid*

kHz : kiloHertz

SNI : Standar Nasional Indonesia



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya industri, mengakibatkan kebutuhan terhadap bahan bakar semakin meningkat. Sampai saat ini, bahan bakar yang umum dipakai adalah bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil adalah bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui sehingga sangat terbatas dan kurang ramah lingkungan. Proses pembakarannya menghasilkan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan oksida nitrogen ( $\text{NO}_2$ ) yang memberikan dampak kurang baik bagi kesehatan dan juga lingkungan seperti pemanasan global (Patil dkk., 2008). Isu pemanasan global tersebut mendorong para ilmuwan untuk menciptakan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar yang bisa diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah bahan bakar yang berbasis nabati yaitu biodiesel (Nilawati, 2012).

Biodiesel merupakan bahan alami yang bersifat terbarukan yang berasal dari minyak nabati dan lemak hewan (Nilawati, 2012). Biodiesel dapat menurunkan emisi kendaraan, bersifat melumasi dan meningkatkan kerja mesin. Biodiesel dibuat secara transesterifikasi atau esterifikasi minyak nabati dengan katalis basa atau asam yang akan menghasilkan metil ester (Sulistyo, 2010). Minyak nabati yang disintesis menjadi biodiesel dihasilkan oleh tumbuhan.

Indonesia memiliki banyak tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai minyak nabati seperti kelapa sawit, jarak pagar, bunga matahari, kedelai ng. Namun bahan penghasil minyak nabati tersebut memiliki kelemahan menyebabkan kurang optimalnya produksi minyak yaitu masa panen yang



lama, memerlukan lahan yang subur dan luas serta dapat meningkatkan harga bahan pangan akibat kompetisi dengan kebutuhan pangan (Mata dkk., 2010). Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan eksplorasi bahan baku pengganti untuk pembuatan biodiesel.

Berdasarkan hasil penelitian, jenis minyak nabati yang layak digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jelantah. Minyak jelantah adalah minyak bekas yang telah digunakan untuk keperluan rumah tangga dan telah mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia. Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena minyak jelantah merupakan limbah rumah tangga dan industri sehingga penggunaannya dapat menurunkan biaya produksi. Selain itu, penggunaan minyak jelantah juga dapat menghindari pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air yang dapat meningkatkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biologi Oxygen Demand* (BOD), serta penggunaan minyak jelantah sebagai bahan konsumsi dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Zhang dkk., 2003; Wang dkk., 2007; Shi dan Bao, 2008; Juan dkk., 2016).

Minyak jelantah mengandung asam lemak bebas yang tinggi yang dapat menghalangi pembuatan biodiesel. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya sabun pada hasil reaksi sehingga sulit untuk memisahkan antara biodiesel dan sabun. Untuk itu, sebelum digunakan untuk pembuatan biodiesel, terlebih dahulu dilakukan proses pemurnian terhadap minyak jelantah. Proses pemurnian ini terdiri dari *despicing* (penghilang bumbu), proses netralisasi dan *bleaching* (pemucatan).

emurnian tersebut dapat menurunkan kadar asam lemak bebas hingga % (Siswani dkk., 2012). Tingginya kandungan asam lemak dapat bkan terjadinya reaksi saponifikasi dengan katalis yang digunakan



terutama pada katalis homogen seperti KOH dan NaOH (Maneerung dkk., 2016 dan Salimon dkk., 2012).

Katalis berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi. Umumnya katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah katalis homogen seperti KOH dan NaOH, namun katalis ini memiliki kekurangan yaitu dapat bereaksi dengan asam lemak sehingga terbentuk sabun yang akan mempengaruhi proses pemisahan antara biodiesel dan gliserol. Untuk mengatasi masalah penggunaan katalis homogen, metode baru telah dilakukan oleh beberapa peneliti, salah satunya adalah penggunaan katalis heterogen. Produksi biodiesel menggunakan katalis heterogen sangat potensial untuk proses produksi yang ekonomis karena katalisnya dapat digunakan kembali (Suppes dkk., 2004). Salah satu katalis heterogen yang dapat digunakan adalah CaO. CaO merupakan oksida basa kuat yang memiliki aktivitas katalitik yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai katalis (Padil dkk., 2010). Nurhayati dkk. (2014), telah mensintesis biodiesel menggunakan katalis CaO dengan rendemen biodiesel sebesar 84,89%.

Selain katalis heterogen, ada juga katalis asam lewis. Katalis asam lewis terbukti aktif dalam reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Kelebihan dari katalis lewis adalah dapat secara langsung menghasilkan biodiesel walaupun kadar asam lemak bebas pada bahan bakunya tinggi. Salah satu katalis asam lewis yang biasanya digunakan adalah  $AlCl_3$  (Jin dkk., 2014). Jarre (2014), telah mensintesis biodiesel dari mikroalga *Porphyridium cruentum* dengan katalis  $AlCl_3$  menggunakan metode ultrasonik dan diperoleh bahwa  $AlCl_3$  terbukti dapat

kan kadar asam lemak bebas pada fitoplankton.

penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rachim (2017), yang telah  
sis biodiesel dari minyak jelantah dengan katalis  $CaO/AlCl_3$  menggunakan



metode refluks dengan waktu reaksi 330 menit menghasilkan rendemen biodiesel sebesar 88,24%.

Proses pembuatan biodiesel biasanya menggunakan pengadukan dan pemanasan untuk mencampurkan alkohol dan minyak. Akan tetapi proses refluks tersebut membutuhkan waktu yang lama sehingga waktu dan biaya pengolahan menjadi meningkat. Selain metode refluks ada beberapa metode lain yang dapat digunakan untuk mensintesis biodiesel yaitu metode ultrasonik (Taufiq dkk., 2015). Proses pembuatan biodiesel menggunakan gelombang ultrasonik dapat mempercepat waktu pengolahan biodiesel. Gelombang ultrasonik mengubah sistem dua fase campuran minyak tanaman-metanol menjadi cairan satu fase sehingga kontak antar molekul lebih intensif dan dapat meningkatkan laju transesterifikasi (Susilo, dkk., 2010).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukanlah penelitian mengenai “Produksi Biodiesel berbasis Minyak Jelantah menggunakan Katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  dengan Metode Ultrasonik”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. bagaimana efektifitas katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah?
2. berapa persentase rendemen biodiesel yang dihasilkan?
3. bagaimana kualitas biodiesel yang disintesis dari minyak jelantah dengan katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  menggunakan ultrasonik berdasarkan standar ASTM

6751?



### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui dan mempelajari produksi minyak jelantah dengan campuran  $\text{CaO-AlCl}_3$  menggunakan metode ultrasonik.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menentukan efektifitas katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah
2. mengetahui presentase konversi biodiesel yang dihasilkan
3. menentukan kualitas biodiesel yang disintesis dari minyak jelantah dengan katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  menggunakan metode ultrasonik berdasarkan standar ASTM D6751

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat limbah minyak jelantah yang dapat diolah menjadi biodiesel sehingga dapat mengurangi pembuangan limbah minyak jelantah. serta dapat memberikan informasi mengenai cara pembuatan biodiesel dengan katalis  $\text{CaO-AlCl}_3$  menggunakan ultrasonik.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum Biodiesel

##### 2.1.1 Pengertian Biodiesel

Biodiesel adalah suatu ester monoalkil dari asam lemak rantai panjang, yang berasal dari sumber yang dapat diperbaharui seperti minyak tumbuhan dan lemak hewan, yang dapat digunakan dalam mesin diesel. Kandungan utama biodiesel adalah metil ester yang diproduksi melalui reaksi esterifikasi antara trigliserida (dalam minyak nabati atau lemak hewan) dengan metanol (Gerpen dkk., 2004).

Kelebihan yang dimiliki oleh biodiesel dibandingkan dengan bahan bakar konvensional yaitu sifatnya yang dapat diperbaharui dan tidak beracun sehingga dijadikan sebagai alternatif dalam mengatasi permasalahan keterbatasan sumber energi yang berasal dari fosil. Biodiesel bersifat ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Biodiesel dapat mereduksi emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), ozon (O<sub>3</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) sulfur oksida (SO<sub>x</sub>) dan hidro karbon relatif lainnya (Nilawati, 2012).

Standar biodiesel dalam metil ester yang telah dikembangkan di sejumlah negara untuk menjamin kualitasnya. Karakteristik biodiesel standar ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) dapat dilihat pada **Tabel. 1**

##### 2.1.2 Sumber Bahan Bakar Biodiesel

Biodiesel dapat dibuat melalui proses metanolisis berbagai minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan lain-lain. Minyak



kelapa memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel karena ketersediaannya yang melimpah. Proses pembuatan biodiesel dapat menggunakan metode ultrasonik, karena gelombang ultrasonik dapat meningkatkan konversi reaksi dan mempercepat laju reaksi. Hasil yang didapatkan bahwa transesterifikasi minyak kelapa dapat dipacu dengan bantuan gelombang ultrasonik. Konversi reaksi yang dicapai empat kali lebih besar (85,66%) dibandingkan dengan konversi pada proses refluks (20,15%). Semakin besar perbandingan ekuivalen metanol-minyak maka konversi reaksi akan meningkat, demikian juga dengan konsentrasi katalis, konversi meningkat dengan naiknya konsentrasi katalis. Semakin lama waktu aktivasi metanol akan menghasilkan konversi yang lebih tinggi (Putri dkk., 2012).

Dedak padi dapat dijadikan sebagai bahan baku biodiesel karena mengandung asam lemak yang tinggi sehingga dapat dikonversi menjadi metil ester dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Biodiesel yang dihasilkan dari bahan dasar dedak padi mengandung 84,93% metil ester. Komponen metil ester tersebut didominasi oleh metil oleat yaitu sebesar 60,61% (Hikmah dan Zuliyana, 2010).

Biodiesel dapat disintesis dari minyak jelantah. Sintesis biodiesel dari minyak jelantah ini terdiri dari 2 tahap. Tahap pertama adalah pemurnian minyak untuk menghilangkan kotoran dan menurunkan kadar asam lemak bebas. Tahap kedua adalah proses transesterifikasi dengan metanol (Siswani dkk., 2012).

Penelitian yang dilakukan oleh Lisdayanti dkk., (2013), yang mensintesis biodiesel

minyak jelantah dengan menggunakan katalis  $Ba(OH)_2$  menghasilkan metil ester sebesar 86,8%, dengan karakterisasi biodiesel yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).



**Tabel 1.** Karakteristik Biodiesel Standar ASTM dan SNI (Satriadi dkk., 2014).

| Karakteristik        | ASTM           | SNI            | Satuan                      |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Densitas             | 0,86-0,90      | 0,85 – 0,89    | g/cm <sup>3</sup>           |
| Viskositas kinematik | 1,9 - 6,0      | 2,3 - 6,0      | cSt atau mm <sup>2</sup> /s |
| Angka asam           | 0,5 (maksimum) | 0,8 (maksimum) | mgKOH/g                     |
| Bilangan sentana     | 47 (minimum)   | 51 (minimum)   | -                           |
| Bilangan penyabunan  | ≤ 261,26       | ≤ 261,26       | mgKOH/g                     |
| Bilangan iodium      | 115 (maksimum) | 115 (maksimum) | gI <sub>2</sub> /100g       |

## 2.2 Pemanfaatan Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Biodiesel

Minyak jelantah adalah minyak bekas pakai yang termasuk limbah yang berasal dari rumah tangga dan industri pangan. Minyak jelantah mengandung beberapa senyawa berbahaya bagi kesehatan yang dihasilkan selama proses pemanasan (pengorengan) dalam jangka waktu tertentu. Selama proses pemanasan minyak mengalami reaksi degradasi yang disebabkan oleh panas, air dan udara, sehingga terjadinya oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi (Miyagi dkk., 2001).

Salah satu pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat ialah dengan mengubahnya menjadi biodiesel. Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dapat dilakukan melalui reaksi transesterifikasi untuk mengubah minyak menjadi metil ester. Kandungan asam lemak menjadi salah satu faktor penentu dalam pembuatan biodiesel. Untuk itu, sebelum memasuki tahap pembuatan biodiesel, minyak jelantah terlebih dahulu dilakukan proses pemurnian. Proses pemurnian ini

terdiri dari 3 tahap yaitu, proses *despicing*, *netralisasi* dan *bleaching*. Proses *despicing* atau proses penghilangan bumbu yang bertujuan untuk menghilangkan tersuspensi seperti protein, karbohidrat dan bumbu rempah. Proses



netralisasi bertujuan untuk memisahkan asam lemak bebas dengan menggunakan larutan basa sehingga terbentuk sabun. Proses *bleaching* atau pemucatan bertujuan untuk menghilangkan zat warna pada minyak sehingga warna minyak menjadi lebih jernih (Maskan, 2003; Hambali dkk., 2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Siswani dkk., (2012), telah membuktikan bahwa proses pemurnian minyak jelantah dapat menurunkan kadar asam lemak bebas asam oleat dari 1,958% menjadi 0,0508% dan asam lemak palmitat dari 1,77% menjadi 0,0508%. Nurfadilah (2011), telah berhasil mensintesis biodiesel dari minyak jelantah dengan katalis NaOH menghasilkan produk biodiesel yang sifat fisik dan kimia sesuai dengan standar SNI. Rhofita (2017), melakukan penelitian dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel menghasilkan rendemen sebesar 97% pada suhu 60-65°C. Jadi, minyak jelantah merupakan salah satu bahan baku yang layak dalam pembuatan biodiesel.

## **2.3 Produksi Biodiesel**

### **2.3.1 Metode Ultrasonik**

Biasanya dikenal dengan sonikasi. Sonikasi adalah pemanfaatan efek gelombang ultrasonik untuk mempengaruhi perubahan-perubahan yang terjadi pada proses. Keuntungan metode ini dibandingkan yang lain adalah penggunaan gelombang ultrasonik yang mengakibatkan efisiensi lebih besar dan waktu operasi yang lebih singkat dibandingkan dengan metode konvensional dengan menggunakan refluks yang laju perpindahannya rendah (Garcia, 2004).

Metode ultrasonik menggunakan reaktor ultrasonik, gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk membuat gelombang kavitasi dalam bahan pelarut. Ketika

ng pecah didekat dinding sel, menciptakan gelombang kedut dan



menyebabkan dinding sel pecah sehingga melepas minyak yang ada dalam sel (Vinatoru, 2001).

Sintesis biodiesel biasanya menggunakan bantuan pemanasan dan pengadukan. Gelombang ultrasonik tidak memerlukan panas langsung dan pengadukan mekanis sehingga waktu pengolahan biodiesel menjadi lebih cepat (Taufiq dkk., 2015). Pencampuran minyak dengan alkohol dalam sintesis biodiesel menggunakan fenomena kavitasi ultrasonik. Kavitasi ultrasonik juga dapat memberikan energi yang lebih besar untuk sintesis biodiesel dibandingkan dengan sintesis biodiesel yang menggunakan pemanasan (Pamata, 2008).

Manfaat lain dari metode ultrasonik dalam mensintesis biodiesel adalah optimasi jumlah produk yang didapatkan, mempersingkat waktu reaksi transesterifikasi, mengurangi penggunaan jumlah katalis, mengurangi jumlah alkohol berlebih yang dibutuhkan dan meningkatkan kemurnian gliserol sebagai produk samping (Pamata, 2008).

Penelitian yang dilakukan oleh Budianto dkk. (2012), yang telah mensintesis biodiesel dari minyak limbah cair pengolahan kelapa sawit dengan membandingkan metode refluks dan metode ultrasonik. Metode refluks memerlukan waktu reaksi 360 menit dengan menghasilkan rendemen biodiesel sebesar 44,15%, sedangkan metode ultrasonik memerlukan waktu reaksi sebesar 40 menit dengan menghasilkan rendemen biodiesel sebesar 67,2%.

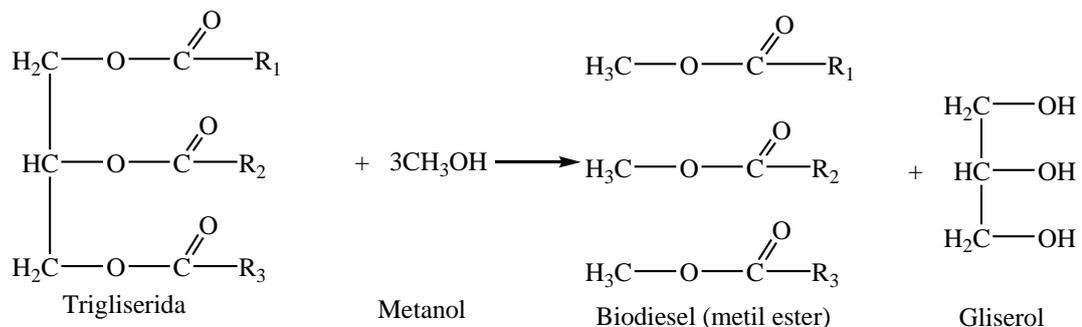
### 2.3.2 Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi dapat berlangsung apabila kandungan asam lemak bebas (FFA) dalam minyak rendah, jika kandungan FFA dalam minyak besar harus dilakukan reaksi esterifikasi terlebih dahulu untuk menurunkan kadar asam lemak dalam minyak. Reaksi transesterifikasi disebut juga reaksi alkoholis yang



melibatkan peruaian atau pemaksapisahan (*cleavage*) oleh alkohol sehingga dibutuhkan alkohol dengan kereaktifan besar (Kusumaningsih dkk., 2006).

Metanol merupakan alkohol yang umum digunakan dalam pembuatan biodiesel yang diproduksi dari gas alam (Astuti, 2008). Penggunaan metanol (CH<sub>3</sub>OH) mempunyai keuntungan, yakni lebih mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan dengan penggunaan etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), hal ini disebabkan karena metanol memiliki satu ikatan karbon sedangkan etanol memiliki 2 ikatan karbon, sehingga pada penggunaan metanol lebih mudah dilakukan pemisahan gliserol daripada penggunaan etanol (Mahlinda dan Maurina, 2011). Reaksi Transesterifikasi trigliserida dengan metanol untuk menghasilkan metil ester dapat disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Reaksi Transesterifikasi pada Trigliserida (Mahlinda dan Maurina, 2011)

Didalam reaksi transesterifikasi minyak nabati, trigliserida bereaksi dengan alkohol dengan adanya asam kuat atau basa kuat sebagai katalis menghasilkan *fatty acid alkyl ester* dan gliserol. Katalis basa yang umum digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah potassium hidroksida (KOH), sodium hidroksida (NaOH),

um metilat (NaOCH<sub>3</sub>), sedangkan katalis asam adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Damayanti gga, 2010). Pemakaian katalis basa berlangsung sempurna bila minyak ak dalam kondisi netral. Trigliserida bereaksi dengan basa (KOH),



mengalami proses saponifikasi menghasilkan gliserol dan garam asam lemak yang larut dalam alkohol (metanol). Kemudian garam asam lemak bereaksi dengan metanol melalui mekanisme reaksi substitusi nukleofilik tetrahedral membentuk metil ester asam lemak dan basa (Hanafi, 2013).

### 2.3.3 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang berfungsi mempercepat laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi. Tanpa katalis reaksi transesterifikasi baru dapat berjalan pada suhu 250°C (Nurfadillah, 2011). Katalis dapat menyediakan sisi aktif yang berfungsi untuk mempertemukan reaktan dan menyumbangkan energi dalam bentuk panas sehingga molekul pereaktan mampu melewati energi aktivasi secara lebih mudah (Lestari, 2012).

Kemampuan suatu katalis dalam mempercepat laju reaksi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan katalis antara lain adalah sifat fisika dan kimia katalis seperti, temperatur, tekanan, laju alir, waktu kontak, jenis umpan dan padatan pendukung yang digunakan. Karena adanya faktor yang mempengaruhi kinerja katalis, maka perlu dilakukan pemilihan katalis secara cermat sebelum menggunakan katalis dalam suatu reaksi tertentu. Pemilihan katalis yang tepat dalam suatu reaksi dapat menyebabkan optimalnya hasil yang diinginkan (Lestari, 2012).

#### 2.3.3.1 Katalis Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang memiliki fasa yang sama dengan reaktan. Dengan kata lain, interaksi antara substrat dan katalis berada dalam fasa yang sama. Katalis homogen berfasa cair atau gas begitu pula dengan reaktan untuk katalis homogen katalisis juga berfasa cair atau gas (Jannah, 2008).



Katalis homogen dapat bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk sabun sehingga akan mempersulit pemurnian, menurunkan hasil biodiesel serta memperbanyak konsumsi katalis dengan reaksi metanolisis yang berakibat pada semakin banyaknya jumlah air yang dibutuhkan dalam pencucian biodiesel untuk menghilangkan katalis dan sabun. Katalis homogen juga sulit untuk digunakan kembali (Roschat dkk., 2016).

### 2.3.3.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang memiliki fasa yang berbeda dengan reaktan. Dengan kata lain interaksi antara reaktan dan katalis berada dalam fasa yang berbeda. Katalis homogen memiliki fasa padat sedangkan reaktan memiliki fasa cair atau gas (Jannah, 2008). Penggunaan katalis heterogen dalam produksi biodiesel dapat mengatasi beberapa kelemahan yang dimiliki oleh katalis homogen. Pemisahan katalis heterogen produk cukup sederhana yaitu dengan menggunakan penyaringan (Arita dkk., 2013). Beberapa katalis heterogen yang telah digunakan antara lain  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  dan  $\text{ZnO}$ . Namun diantara beberapa katalis heterogen tersebut  $\text{CaO}$  dianggap sebagai katalis heterogen yang cukup baik untuk produksi biodiesel (Roschat dkk., 2016).

#### 2.3.3.2.1 Katalis $\text{CaO}$

Katalis heterogen yang paling banyak digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah katalis  $\text{CaO}$ .  $\text{CaO}$  sebagai katalis mempunyai banyak manfaat misalnya aktivitas katalitiknya yang tinggi, masa katalis yang lama serta biaya katalis yang (Zabeti, 2009). Wendi dkk (2015), telah mensintesis biodiesel akan katalis  $\text{CaO}$  dari kulit telur ayam menghasilkan rendemen biodiesel 2,43% dengan jumlah katalis sebesar 3% dan waktu reaksi 1,5 jam.



### 2.3.3.3 Katalis $AlCl_3$

Asam lewis terbukti aktif dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi, kebanyakan larut dalam alkohol, murah, non toksik, dapat digunakan kembali dan tidak sensitif untuk heteroatom umum. Katalis ini dapat secara langsung menghasilkan biodiesel dengan bahan mentah yang kaya akan FFA (*Free Fatty Acid*) seperti mikroalga (Jin dkk., 2014).

Penggunaan katalis  $AlCl_3$  lebih efektif, hal ini menunjukkan bahwa proses transesterifikasi berlangsung cepat dan memberikan nilai FFA yang rendah, serta dapat mengurangi pembentukan sabun yang cukup besar karena pembentukan sabun dapat menghambat pemisahan gliserol dari biodiesel (Soriano dkk., 2009). Sintesis biodiesel dari lipid *Porphyrium cruentum* dengan katalis  $AlCl_3$  telah dilakukan sebelumnya oleh Jarre (2014), menggunakan metode ultasonik dengan menghasilkan rendemen biodiesel sebesar 16,2667% dan dapat menurunkan kadar asam lemak bebas.

