

**PENGARUH PENGGUNAAN FILTER ZEOLIT PADA MINYAK JELANTAH  
TERHADAP HASIL PEMBAKARAN**

**Oleh**

**Ali Imrhan Febriansyah**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
Sarjana Teknik**

**Pada**

**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**ABSTRAK**

**PENGARUH PENGGUNAAN FILTER ZEOLIT PADA MINYAK  
JELANTAH TERHADAP HASIL PEMBAKARAN**

**Oleh**

**Ali Imrhan Febriansyah**

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) dihasilkan dari berbagai kegiatan memasak pada industri makanan dan penggunaan rumah tangga. Melimpahnya minyak jelantah sebagai limbah yang termasuk dalam kategori *fatty acid methyl ester* (FAME) dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui besar energi dan karakteristik api hasil dari pembakaran langsung minyak jelantah yang telah disaring memakai zeolit dengan pengaruh tekanan bahan bakar.

Kompur bertekanan dipilih sebagai media pembakaran minyak jelantah pada penelitian ini. Minyak jelantah yang digunakan sebelumnya telah disaring memakai zeolit teraktivasi dengan metode adsorpsi. Parameter pengujian yang digunakan ialah tekanan tabung bahan bakar, yaitu 3 bar, 4 bar, dan 5 bar. Proses pengujian dilakukan dengan metode *water boiling test* selama 25 menit.

Pada penelitian ini hasil pembakaran terbaik didapat pada tekanan 5 bar dengan waktu pendidihan air tercepat selama 10 menit, energi terbaik sebesar 577.673 Joule dan efisiensi sebesar 34,2%. Warna api pada tekanan 3 dan 4 bar saat menggunakan bahan bakar minyak jelantah yang disaring zeolit dominan berwarna jingga dan kuning. Pada tekanan 5 bar warna api dominan berwarna jingga, kuning dan kebiruan serta tidak muncul asap berlebih.

Kata Kunci: minyak jelantah, zeolit, kompor bertekanan, hasil pembakaran

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF ZEOLITE FILTERS IN WASTE COOKING OIL ON COMBUSTION RESULTS**

**By**

**Ali Imrhan Febriansyah**

Waste cooking oil is produced from various cooking activities in the food industry and household use. The abundance of waste cooking oil as waste which is included in the fatty acid methyl ester (FAME) category can be used as an alternative energy source. The research that will be carried out aims to determine the amount of energy and characteristics of the flame resulting from direct combustion of waste cooking oil that has been filtered using zeolite with the influence of fuel pressure.

A pressure stove was chosen as the medium for burning waste cooking oil in this research. The waste cooking oil used has previously been filtered using activated zeolite using the adsorption method. The test parameters used are fuel tube pressure such as 3 bar, 4 bar and 5 bar. The testing process was carried out using the water boiling test method for 25 minutes.

In this study, the best combustion results were obtained at a pressure of 5 bar with the fastest water boiling time of 10 minutes, the best energy was 577,673 Joules and the efficiency was 34.2%. The color of the flame at pressures of 3 and 4 bar when using used cooking oil fuel filtered by zeolite is predominantly orange and yellow. At a pressure of 5 bar the dominant flame color is orange, yellow and bluish and no excess smoke appears.

**Keywords:** waste cooking oil, zeolite, pressure stove, combustion

Judul skripsi : PENGARUH PENGGUNAAN  
FILTER ZEOLIT PADA MINYAK  
JELANTAH TERHADAP HASIL  
PEMBAKARAN

Nama Mahasiswa : Ali Imrhan Febriansyah

Nomor Induk Mahasiswa : 1715021049

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

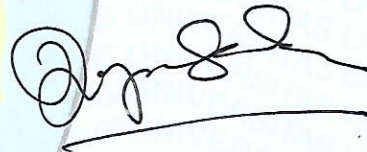
MENYETUJUI

Komisi Pembimbing 1



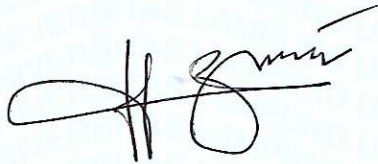
Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.  
NIP 19711214 200012 1 001

Komisi Pembimbing 2



M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.  
NIP 19801001 200812 1 000

Ketua Jurusan  
Teknik Mesin



Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP 19710817 199802 1 003

Ketua Program Studi  
S1 Teknik Mesin



Dr. Ir. Martinus, S.T, M.Sc.  
NIP 19790821 200312 1 003


**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : **Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.**



Anggota Penguji : **M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.**



Penguji Utama : **Ir. Herry Wardono, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng.**



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Mei 2024

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

DENGAN INI SAYA MENYATAKAN BAHWA SKRIPSI INI SAYA BUAT  
DENGAN USAHA SAYA SENDIRI DAN BUKAN HASIL DARI PLAGIAT  
SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 36 PERATURAN AKADEMIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN KEPUTUSAN REKTOR NO. 13  
TAHUN 2019

Bandar Lampung, 7 Juni 2024

Penulis



Ali Imrhan Febriansyah

NPM 1715021049

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Pangkal Pinang pada tanggal 17 Februari 1999 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Mulkan dan Ibu Siti Zahara. Penulis mengawali pendidikan dari Sekolah Dasar Negeri 23 Pangkal Pinang dan lulus pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Pangkal Pinang yang dinyatakan lulus pada tahun 2014, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pangkal Pinang pada tahun 2017.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2017. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Januari-Februari 2021 di Desa Sabah Balau, Kab. Lampung Selatan. Penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) pada tahun 2020 di PT. Tri Citra Perdana (TCP), kec. Metro Pusat, Kota Metro, Lampung, dengan judul “Analisis Kerusakan *Screening* Pada Mesin *Asphalt Mixing Plant* Merk Speco di PT. Tri Citra Perdana (TCP)”. Penulis melakukan penelitian dan skripsi yang dimulai pada tahun 2023 dengan judul “Pengaruh Penggunaan Filter Zeolit Pada Minyak Jelantah Terhadap Hasil Pembakaran” dibawah bimbingan Bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T. dan Bapak M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng.

*“Even if both doing and not doing things will end up as a regret. Let’s go with do  
things and regret.”*

(Lee Seoyeon)

*“Doing everything but regret it later rather than be stupid for not doing  
anything.”*

(Lee Nagyung)



## SANWACANA

### **Assalamu'alaykum Warahmatullahi Wabarakatuh.**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dan laporan skripsi dengan lancar. Sholawat serta salam tak lupa penuli sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita ke jalan yang benar. Skripsi ini dibuat sebagai sebuah karya tulis hasil dari tugas akhir yang telah dilakukan. Penulis berharap karya tulis ini dapat menjadi ilmu yang bermanfaat dan dapat dikembangkan lebih lanjut. Skripsi ini juga menjadi salah satu syarat mencapai gelar sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

Selesainya skripsi ini tidak luput dari bimbingan, arahan, dan dukungan dari semua pihak, oleh karena itu penulis mengusapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, bapak Mulkan dan ibu Siti Zahara yang selalu mendukung dan mendoakan sehingga penulis mempunyai semangat lebih untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung beserta staff dan jajarannya.
3. Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Dr. Ir. Martinus, S.T, M.Sc. selaku Ketua Prodi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
5. Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu bersedia membimbing penulis dan meluangkan waktu dalam penyusunan skripsi ini.

6. M. Dyan Susila ES, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu bersedia membimbing penulis dan meluangkan waktu dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ir. Herry Wardono, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Penguji dalam skripsi ini. Terima kasih atas masukan dan saran pada seminar proposaldan hasil terdahulu.
8. Seluruh Dosen Di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak ilmu dan pengetahuan.
9. Aris Margono dan Dimas Rizqy Pratama sebagai partner tim penelitian.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis berharap masukan dan saran dari semua pihak untuk menyempurnakan karya tulis ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca secara umum.

**Wassalamu'alaykum Warahmatullahi wabarakatuh.**

Bandar Lampung, 7 Juni 2024

Penulis



Ali Imrhan Febriansyah

NPM 1715021049

**DAFTAR ISI**

Halaman

<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	8
1.1 Latar Belakang .....	8
1.2 Tujuan.....	10
1.3 Batasan Masalah.....	10
1.4 Sistematika Penulisan.....	11
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	12
2.1 Minyak goreng .....	12
2.2 Minyak jelantah.....	15
2.3 Bahan Bakar Minyak.....	16
2.4 Pembakaran .....	17
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	22
3.1 Tempat dan waktu pelaksanaan.....	22
3.2 Tahapan penelitian .....	22
3.3 Alat dan bahan.....	25
3.4 Metode pengambilan data .....	29
3.5 Diagram alir penelitian.....	32
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	33
4.1 Data Hasil Pengujian .....	33
4.2 Data Hasil Uji Laboratorium Bahan Bakar WCO.....	33

4.3 Data Hasil Uji Pembakaran Bahan Bakar WCO .....	35
4.4 Pembahasan .....	36
<b>V. PENUTUP</b> .....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>LAMPIRAN</b> .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Penyaringan Minyak Jelantah .....	24
3.2 Tabung Bertekanan .....	25
3.3 Panci .....	26
3.4 <i>Stopwatch</i> .....	26
3.5 <i>Thermocouple</i> .....	27
3.6 <i>Temperature Recorder</i> .....	27
3.7 Minyak Jelantah .....	28
3.8 Minyak Tanah .....	28
3.9 Zeolit .....	29
3.10 Skema Kompor Bertekanan .....	30
3.11 Posisi Penempatan Thermocouple .....	31
3.12 Diagram Alir Penelitian .....	32
4.1 Hasil Uji Kadar Air Dan Kadar Kotoran .....	34
4.2 Grafik Uji Pembakaran WCO Tanpa Disaring Dan Disaring Menggunakan Zeolit Dengan Tekanan 3 Bar .....	37
4.3 Grafik Uji Pembakaran WCO Tanpa Disaring Dan Disaring Menggunakan Zeolit Dengan Tekanan 4 Bar .....	38
4.4 Grafik Uji Pembakaran WCO Tanpa Disaring dan Disaring Menggunakan Zeolit Pada Tekanan 5 Bar .....	38

4.5	Grafik Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Waktu Perebusan WCO Tanpa Disaring dan Disaring Zeolit .....	40
4.6	Hubungan Tekanan Dengan Konsumsi Bahan Bakar .....	42
4.7	Grafik Efisiensi Termal Dari Bahan Bakar WCO Tanpa Disaring dan Disaring Zeolit .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1	Komponen Penyusun Minyak Kelapa Sawit ..... 13
2.2	Viskositas Minyak Goreng Pada Beberapa Suhu ..... 15
2.3	Titik Nyala (Flash Point) Bahan Bakar Fosil ..... 18
2.4	Titik Nyala (Flash Point) Minyak Nabati ..... 18
3.1	Jadwal Kegiatan ..... 22
3.2	Pengambilan Data ..... 25
4.1	Hasil Uji Kadar Air dan Kotoran Minyak WCO ..... 33
4.2	Hasil Uji Asam Lemak Bebas Pada WCO ..... 34
4.3	Aliran Bahan Bakar Tanpa Disaring Dan Disaring Media Zeolit ..... 41
4.4	Jenis Warna Api ..... 43
4.5	Warna Nyala Api WCO Disaring Zeolit Pada Tekanan 3, 4, dan 5 Bar .. 44
4.6	Hasil Pengujian Pembakaran Bahan Bakar Minyak Jelantah Disaring Memakai Zeolit Dengan Metode Water Boiling Test ..... 45

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia dikenal sebagai pemilik sumber daya alam dengan jumlah yang melimpah, baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui. Indonesia juga merupakan salah satu negara penyumbang minyak mentah terbesar di dunia. Berdasarkan data *Trading Economics*, produksi rata-rata minyak mentah di Indonesia sebesar 605.131,66 barel sepanjang tahun 2021. Minyak bumi merupakan sumber energi fosil yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kilang dalam negeri dan diekspor sebagai sumber devisa. Secara umum kebutuhan energi dunia masih didominasi oleh sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi. Ketergantungan tersebut berpengaruh langsung pada kenaikan permintaan akan minyak bumi sebagai bahan bakar serta sumber kebutuhan lainnya. Jumlah konsumsi minyak bumi yang terus meningkat tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah produksi menimbulkan kondisi yang tidak menentu.

Kondisi ketergantungan akan minyak bumi berpotensi menimbulkan masalah lain pada masa yang akan datang. Ketergantungan penggunaan minyak bumi dapat dikurangi dengan cara melakukan penganekaragaman (diversifikasi) sumber energi untuk menambah ragam sumber energi yang dapat digunakan. Penggunaan sumber daya nabati sebagai bahan bakar merupakan salah satu solusi dari permasalahan tersebut. Karena Indonesia memiliki sumber daya nabati berlimpah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energi alternatif.



Menurut publikasi Indonesia Oilseeds And Products Annual 2021 terjadi peningkatan terhadap konsumsi minyak sawit domestik mencapai 14,9 juta ton pada tahun 2020/21. Minyak sawit umumnya digunakan sebagai campuran bahan bakar dan juga minyak goreng. Tingginya tingkat konsumsi minyak goreng menghasilkan residu berupa minyak jelantah di Indonesia. Minyak jelantah (*waste cooking oil*) dihasilkan dari berbagai kegiatan memasak pada industri makanan dan penggunaan rumah tangga. Hal itu disebabkan karena sebanyak 49% dari total permintaan minyak goreng di Indonesia berasal dari rumah tangga dan sisanya untuk keperluan industri dan restoran (Octarya, 2016). Melimpahnya minyak jelantah sebagai limbah yang termasuk dalam kategori *fatty acid methyl ester (FAME)* dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Karena minyak jelantah memiliki kandungan yang mirip dengan minyak goreng biasa. Akan tetapi minyak jelantah memiliki zat karsinogenik yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila dibuang sembarangan tanpa diolah secara benar.

Penelitian mengenai penggunaan minyak jelantah sebagai bahan bakar yang dilakukan oleh Sjaffriadi (2011) di lembaga BPPT dengan judul "*The Bio-Fuel Pressure Stove Fueled By Waste Cooking oil*". Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan beberapa kombinasi campuran minyak memakai kompor bertekanan sebagai alternatif bahan bakar fosil dan gas dalam industri makanan dan penggunaan rumah tangga. Penelitian lain yang serupa juga dilakukan oleh Erna S (2017) dengan judul "Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah (*Biofuel*) Bagi Pedagang Gorengan di Sekitar FMIPA Unnes". Penelitian dilakukan dengan menggunakan kompor sumbu biasa yang kemudian dimodifikasi dengan tambahan pipa pemanas untuk menghindari pembekuan minyak jelantah. Penelitian minyak jelantah sebagai bahan bakar pembakaran langsung yang telah dilakukan tersebut dilakukan tanpa melalui proses penyaringan terlebih dahulu.

Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Widayat (2006) dengan judul "Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Dengan Adsorbent Zeolit Alam:

Studi Pengurangan Bilangan Asam” yang dilakukan dengan cara memanaskan zeolit aktif dan minyak jelantah pada suhu 60° sambil diaduk selama 15 menit menunjukkan bahwa bilangan asam dan bilangan peroksida mengalami penurunan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Alamsyah (2017) “Pemurnian Minyak Jelantah dengan Proses Adsorpsi” dilakukan dengan menggunakan alat kolom kromatografi yang telah didesain untuk proses adsorpsi memakai zeolit aktif juga menunjukkan penurunan nilai asam serta kandungan air didalam minyak jelantah.

Berdasarkan penelitian tersebut maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Filter Zeolit Pada Minyak Jelantah Terhadap Hasil Pembakaran Langsung”. Penelitian dilakukan dengan mengubah komposisi minyak jelantah melalui proses penyaringan dengan menggunakan zeolit sebagai media penyaring (filter). Penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui besar energi dan karakteristik api hasil dari pembakaran langsung minyak jelantah yang telah disaring memakai zeolit dengan pengaruh tekanan bahan bakar. penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu pilihan sumber energi alternatif yang praktis, aman, dan tepat guna.

## **1.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut|:

1. Mengetahui besar energi yang dihasilkan dari pembakaran langsung minyak jelantah yang telah disaring menggunakan filter zeolit.
2. Mengetahui karekeristik api dari pembakaran langsung minyak jelantah yang telah disaring menggunakan filter zeolit.

## **1.3 Batasan Masalah**

Masalah yang dibahas dibatasi hanya membahas mengenai energi dan karakteristik api yang dihasilkan dari pembakaran langsung minyak jelantah yang telah disaring menggunakan filter zeolit.

#### **1.4 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I. Pendahuluan berisikan latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka berisikan teori penunjang untuk mendukung penulisan dan pelaksanaan penelitian ini.

Bab III. Metodologi Penelitian berisi tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, diagram alir, dan tabel hasil data pengukuran.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan berisi data hasil pengukuran dan pengujian yang telah diperoleh, serta membahas hasil pembakaran minyak jelantah .

Bab V. Penutup berisikan simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran yang diberikan oleh peneliti.

Daftar Pustaka berisi daftar referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Lampiran berisikan kelengkapan laporan penelitian.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng memiliki komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati dengan tanpa perubahan kimiawi termasuk hidrogenasi, pendinginan dan telah melalui proses pemurnian yang digunakan untuk menggoreng. Minyak goreng yang baik mempunyai sifat tahan panas, hasil penggorengan dengan tekstur dan rasa yang bagus, dan asapnya sedikit setelah digunakan berulang. Minyak memegang peranan penting dalam industri makanan di Indonesia karena memiliki titik didih yang tinggi ( $\pm 200^{\circ}\text{C}$ ) sehingga dapat dipakai untuk menggoreng makanan hingga kehilangan sebagian besar kandungan airnya dan menjadi kering.

Minyak dihasilkan oleh alam yang bersumber dari bahan nabati atau hewani. Minyak tumbuhan dan hewan merupakan kelompok molekul alami yang meliputi lemak, lilin, vitamin yang larut dalam lemak. Berdasarkan komposisi kimia, minyak pada kelompok ini sama seperti lemak. Minyak dan lemak dibedakan berdasarkan sifat fisiknya pada suhu ruang, minyak berwujud cair sedangkan lemak berwujud padat. Minyak tersebut sebelumnya merupakan bentuk cadangan makanan di dalam tubuh hewan atau tumbuhan. Minyak yang berasal dari bahan nabati umumnya memiliki kandungan asam lemak tak jenuh lebih banyak. Minyak nabati dapat dibedakan berdasarkan sumber pembuatannya menjadi beberapa jenis yaitu:

#### 2.1.1 Minyak kelapa sawit

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu jenis minyak nabati yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Minyak kelapa sawit juga

biasa digunakan sebagai bahan utama untuk beberapa jenis produk seperti minyak goreng, margarine, detergen, sabun, kosmetik, dan obat-obatan. Minyak kelapa sawit memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih aman karena sifat dasarnya yang dapat dimakan, ramah terhadap lingkungan, mudah diuraikan (*bio-degradable*), tidak meningkatkan kadar kolesterol serta mengandung beta karoten sebagai pro-vitamin A dan vitamin E (Harahap, 2020).

Tabel 2.1 Komponen Penyusun Minyak Kelapa Sawit

Komponen	Komposisi (%)
Trigliserida	95,62
Asam lemak bebas	4,00
Phosphatida	0,07
Karoten	0,03
Aldeid	0,07
Air	0,20

Sumber: Panami, 2014

Minyak kelapa sawit secara alami memiliki kandungan senyawa karotenoid yang sangat melimpah. Namun, seiring dengan proses pemurnian dan pengolahan menjadi minyak goreng kandungan senyawa karotenoid mengalami kerusakan dan bahkan hilang. Karotenoid adalah kelompok pigmen berwarna orange, merah, atau kuning yang alamiah yang sangat penting dan mempunyai sifat larut dalam lemak tetapi tidak larut dalam air. Senyawa ini ditemukan tersebar luas dalam tanaman serta buah-buahan, tetapi tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia.

Warna dari minyak sawit ditentukan oleh adanya pigmen yang masih tersisa setelah proses pemucatan, karena pada dasarnya asam-asam lemak dan gliserida tidak berwarna. Warna jingga atau kuning disebabkan oleh pigmen karoten yang larut dalam minyak. Bau dan rasa pada minyak memang telah ada secara alami karena kandungan asam-asam lemak berantai pendek akibat kerusakan minyak. Minyak kelapa sawit memiliki bau khas yang ditimbulkan oleh senyawa beta ionone. Titik cair minyak sawit berada dalam nilai kisaran suhu, karena minyak kelapa sawit mengandung beberapa macam asam lemak yang mempunyai titik cair yang berbeda-beda (Ketaren, 2012). Pada penelitian Yusibani, 2017 diketahui bahwa viskositas dari minyak goreng kelapa sawit curah adalah sebesar  $1186,57 \pm 110 \mu\text{Pa.s}$ .

#### 2.1.2 Minyak kelapa

Minyak kelapa dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan, seperti minyak goreng, bahan margarin, dan mentega putih. Sementara itu, pemanfaatan minyak kelapa untuk keperluan non-pangan antara lain sebagai minyak lampu serta bahan pembuat sabun dan kosmetika. Minyak kelapa tersusun atas senyawa organik campuran ester dari gliserol dan asam lemak yang disebut dengan gliserid.

Minyak kelapa secara fisik berwujud cairan yang berwarna bening sampai kuning kecokelatan dan memiliki karakteristik bau yang khas. Warna pada minyak kelapa disebabkan oleh zat warna dan kotoran-kotoran lainnya. Zat warna alamiah yang terdapat pada minyak kelapa adalah karoten yang merupakan hidrokarbon tidak jenuh dan tidak stabil pada suhu tinggi. Pada pemrosesan suhu tinggi ( $100^\circ\text{C}$ ), daging kelapa yang mengandung protein dan karbohidrat akan menghasilkan minyak kelapa dengan warna kecokelatan. Hal ini disebabkan selama pengolahan terjadi reaksi antara karbonil dari karbohidrat dan asam amino dari protein.

Mengganti minyak goreng dengan minyak kelapa adalah langkah paling mudah untuk memperoleh khasiat minyak kelapa. Minyak lain terdiri atas

lemak tak jenuh yang mudah teroksidasi saat pemanasan. Sebaliknya, minyak kelapa berisi lemak jenuh yang tahan oksidasi saat pemanasan. Untuk menggoreng tidak ada yang sehebat minyak kelapa, karena minyak kelapa tidak diserap ke dalam makanan sebanyak minyak nabati lain. Minyak kelapa sangat stabil, sehingga tidak perlu disimpan dalam lemari pendingin. Minyak kelapa murni tahan disimpan sampai 2-3 tahun pada suhu kamar dan akan tahan lebih lama lagi jika disimpan dalam lemari es (Sani, 2017).

## 2.2 Minyak Jelantah

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya, dan minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga umumnya, dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner. Tapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan.

Tabel 2.2 Viskositas Minyak Goreng Pada Beberapa Suhu

Pengujian viskositas (Pa.s)	Temperatur (°C)							Titik Asap (°C)
	25	50	75	100	125	150	175	
1	59,8	52,6	46,3	42,5	41,5	40,2	39,5	169,5
2	56,9	51,5	44,3	42,0	40,8	39,5	38,7	158,5
3	53,1	48,5	43,2	41,5	38,3	37,8	36,8	155,3
4	49,8	47,5	41,9	40,8	38,1	37,5	36,5	170,1

Sumber : Mujadin, 2014

Penggunaan berulang minyak goreng dapat merubah struktur fisik dan kimia tersebut sesuai dengan komposisi dan jenis minyak. Beberapa perubahan fisika yang terjadi pada minyak setelah penggorengan yaitu :

1. Meningkatnya viskositas
2. *Specific heat* yang besar
3. Perubahan tegangan permukaan
4. Perubahan warna

Sedangkan reaksi yang terjadi selama proses pemanasan berupa reaksi termolitik, oksidasi, dan hidrolisis. Akibat dari reaksi tersebut terdapat beberapa komponen yang tidak diinginkan dan berbahaya bagi manusia sehingga bersifat racun. Reaksi yang terjadi menyebabkan komponen penyusun minyak terurai menjadi senyawa lain, salah satunya *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas

### **2.3 Bahan Bakar Minyak**

Bahan bakar minyak adalah suatu senyawa organik yang dibutuhkan dalam suatu pembakaran dengan tujuan untuk mendapatkan energi (tenaga). Bahan bakar minyak merupakan hasil dari proses distilasi minyak bumi (*crude oil*) dari hasil penambangan menjadi fraksi-fraksi yang diinginkan. Beberapa jenis bahan bakar minyak ialah sebagai berikut:

#### **2.3.1 Premium**

Premium adalah jenis bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih, karena zat tambahan berwarna (*dye*). Penggunaan premium umumnya untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin seperti mobil, sepeda motor dan lain-lain.

#### **2.3.2 Kerosin**

Kerosin adalah bahan bakar minyak jenis distilat tidak berwarna jernih. Penggunaan minyak tanah untuk keperluan bahan bakar di rumah tangga,



tetapi pada beberapa industri memerlukan minyak tanah untuk beberapa peralatan.

### 2.3.3 Solar

Solar adalah bahan bakar jenis distilat yang digunakan mesin diesel yang dikompresi menimbulkan tekanan dan panas yang tinggi sehingga dapat membakar solar yang disemprotkan oleh injektor. Kualitas bakarnya ditunjukkan oleh angka oktan, makin tinggi angka oktan menunjukkan minyak solar tersebut makin mudah terbakar. Umumnya untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi diatas 100 rpm yang dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung dalam dapur-dapur kecil terutama jika diinginkan pembakaran bersih.

### 2.3.4 Diesel

Diesel adalah bahan bakar jenis distilat yang mengandung fraksi-fraksi berat atau merupakan campuran dari distilat fraksi ringan dan fraksi berat (*residu fuel oil*), berwarna hitam gelap, tetapi tetap cair pada suhu rendah. Umumnya untuk bahan bakar mesin diesel dengan putaran sedang atau lambat (300-1000 rpm) atau dapat juga digunakan sebagai bahan bakar untuk pembakaran langsung dalam dapur-dapur industri.

## 2.4 Pembakaran

Pembakaran didefinisikan sebagai proses oksidasi yang terjadi begitu cepat dengan melibatkan 3 unsur elemen pembentuk yang dikenal sebagai segitiga api. Unsur yang membentuk segitiga api ialah oksidator, bahan bakar, dan sumber panas. Oksidator adalah segala jenis substansi dengan kandungan oksigen seperti udara yang akan bereaksi dengan bahan bakar. Bahan bakar ialah segala jenis substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi. Kandungan bahan bakar secara umum ialah unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sumber panas adalah pemicu dengan

energi yang cukup untuk menyalakan campuran antara oksidator dan bahan bakar.

Pembakaran tidak akan terjadi apabila sumber panas tidak memiliki cukup energi untuk menyalakan campuran bahan bakar dengan oksigen dari udara. Kebutuhan energi yang dibutuhkan tiap bahan bakar untuk pembakaran awal berbeda tergantung dengan jenisnya. Energi yang dibutuhkan tersebut dapat ditinjau dari besarnya nilai titik nyala (*flash point*) dari bahan bakar tersebut. Nilai titik nyala dari bahan bakar fosil dapat dilihat pada tabel 2.3 dan titik nyala minyak nabati pada tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.3 Titik Nyala (*Flash Point*) Bahan Bakar Fosil

<b>Bahan Bakar</b>	<b>Titik Nyala (<i>Flash Point</i>) °C</b>
Bensin	7,2
Solar	51,6
Biodiesel	148,8
Minyak Tanah	38

Sumber: ESDM, 2006 dalam Mustam, 2021

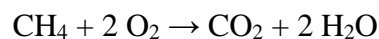
Tabel 2.4 Titik Nyala (*Flash Point*) Minyak Nabati

<b>Jenis Minyak</b>	<b>Titik Nyala (<i>Flash Point</i>) °C</b>
Minyak Kacang Tanah	328
Minyak Kanola	278
Minyak Kelapa	278
Minyak Sawit	315
Minyak Wijen	329
Minyak Zaitun	315

Sumber: Pardeshi, 2020

Fenomena-fenomena yang terjadi dalam proses pembakaran meliputi interaksi kimia dan fisika, pelepasan panas dari ikatan energi kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa, dan gerakan fluida. Proses pembakaran menghasilkan energi panas sehingga disebut dengan proses oksidasi eksotermis. Apabila oksigen yang digunakan dalam proses pembakaran berasal dari udara kering, maka terdiri dari 21% oksigen, 78% nitrogen, dan 1% unsur lain. Kandungan nitrogen pada udara dapat mengurangi efisiensi pembakaran karena menyerap panas dari pembakaran dan meningkatkan volume hasil samping pembakaran.

Proses pembakaran pada dasarnya terdiri dari dua kondisi yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran sempurna dapat terjadi ketika bahan bakar bereaksi secara cepat dengan oksigen (O<sub>2</sub>) dan dapat menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Persamaan umum pembakaran sempurna adalah sebagai berikut:



Persamaan ini sudah disederhanakan karena cukup sulit memastikan proses pembakaran sempurna dengan rasio ekivalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O tidak akan terbentuk namun hasil oksidasi parsial berupa CO, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O yang akan terbentuk. Selain itu sering juga terbentuk hidrokarbon tak jenuh, formaldehida dan kadang karbon.

#### 2.4.1 Kalor

Kalor merupakan bentuk energi yang diterima atau dilepaskan suatu benda, satuan yang digunakan untuk kalor adalah joule. Apabila suatu benda menerima kalor, maka kalor tersebut akan menaikkan suhu benda atau berubah wujud. Kalor hasil dari proses pembakaran disebut juga sebagai kalor bakar. Perubahan kalor pada suatu reaksi dapat diukur melalui pengukuran perubahan suhu yang terjadi pada reaksi. Adapun untuk menghitung besar kalor dapat menggunakan persamaan berikut (Tazi, 2011):

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana Q = Jumlah kalor (J)

m = Massa (g)

$\Delta T$  = Perubahan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

c = Kalor jenis (J/g. $^{\circ}\text{C}$ )

#### 2.4.2 Efisiensi Termal

Efisiensi termal adalah rasio kerja yang dilakukan dari memanaskan dan menguapkan air dengan energi yang dikonsumsi dengan membakar bahan bakar.

$$\eta = \frac{m_w \times c_{pw} \times (T_2 - T_1) + m_v \times c_{uap}}{m_f \times LHV} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan  $m_w$  = Massa air (kg)

$c_{pw}$  = Panas spesifik air = 4,180 kJ/kg.K

$T_1$  = Temperatur awal air ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$  = Temperatur akhir air ( $^{\circ}\text{C}$ )

$m_v$  = Massa uap

$c_{uap}$  = panas laten penguapan air : 2260 Kj/kg

$m_f$  = Massa bahan bakar (kg)

LHV = nilai kalor bahan bakar (Kj/kg).

## 2.5 Zeolit

Zeolit merupakan senyawa alumino silikat hidrat dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca dan Na). Nama zeolit berasal dari bahasa Yunani yang berarti batuan mendidih, yang menyebabkan kandungan air akan terlepas jika mineral zeolite dipanasi. Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau

alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut merupakan suatu sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air.

Zeolit alam mempunyai beberapa sifat di antaranya dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalisator dan separator. Proses dehidrasi mempunyai fungsi utama melepas molekul air dari kerangka zeolit sehingga mempertinggi keaktifan zeolit dengan proses pemanasan. Dehidrasi menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya. Zeolit alam mempunyai struktur rangka, mengandung ruang kosong yang ditempati oleh kation dan molekul air yang bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion atau chemisorptions. Dengan adanya rongga intra kristalin, zeolit dapat digunakan sebagai katalis. Reaksi katalitik dipengaruhi oleh ukuran mulut rongga dan sistem alur, karena reaksi ini tergantung pada difusi pereaksi dan hasil reaksi.

Sebelum digunakan sebagai adsorben, zeolit alam harus diaktifkan terlebih dahulu agar jumlah pori-pori yang terbuka lebih banyak sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Proses aktivasi zeolit secara kimiawi lebih rumit karena melibatkan senyawa kimia lain seperti HCL atau NaOH. Selain itu waktu yang dibutuhkan juga relatif lebih lama dibanding dengan secara fisika.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini bertempat di Gedung Laboratorium Termodinamika Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan April 2023 sampai dengan Agustus 2023.

#### 3.2 Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan mengacu pada jadwal kegiatan yang telah disusun secara sistematis agar berjalan sesuai rencana. Berikut ini merupakan jadwal kegiatan penelitian yang akan dilakukan, tersusun seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Studi literatur	■				
2.	Persiapan alat dan bahan pengujian		■			
3.	Pengujian bahan			■		
4.	Pengolahan data				■	
5.	Pembuatan laporan akhir dan ujian skripsi					■

## 1. Studi literatur

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur mengenai minyak jelantah serta aplikasinya sebagai bahan bakar.

## 2. Persiapan

Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu meliputi:

### a. Aktivasi zeolit

- 1) Menyiapkan zeolit yang akan digunakan.
- 2) Melakukan pengayakan untuk menghilangkan debu halus.
- 3) Melakukan proses kalsinasi dalam oven dengan suhu 300°C selama 3 jam.
- 4) Melakukan pengayakan kembali.
- 5) Selesai.

### b. Penyaringan minyak jelantah

Penyaringan minyak jelantah dengan media penyaring zeolit dilakukan sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan minyak jelantah dan zeolit yang akan digunakan untuk penyaringan.
- 2) Menyiapkan alat penyaringan.
- 3) Alat penyaringan kemudian ditambahkan kain kasa agar zeolit tidak luruh selama proses penyaringan.
- 4) Meletakkan zeolit sebanyak 200gr ke alat penyaringan
- 5) Menuangkan minyak sebanyak 1000gr pada alat penyaringan.
- 6) Mengamati proses penyaringan minyak jelantah menggunakan zeolit.
- 7) Hasil penyaringan diletakan pada botol yang sudah disediakan.
- 8) Ulangi Langkah 3-7 hingga didapat jumlah minyak jelantah tersaring yang diinginkan.
- 9) Selesai.



Gambar 3.1 Penyaringan Minyak Jelantah

### c. Pengujian

Pengujian yang dilakukan menggunakan variabel pengujian berupa tekanan pada tabung bahan bakar. Parameter pengujian yang diukur meliputi temperatur awal air, temperatur akhir air, massa awal air, dan massa akhir air. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 1) Pengujian pemanasan air (*Water Boiling Test*)

Pengujian *water boiling test* yaitu pengujian dengan cara mendidihkan air. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai efisiensi termal memakai rumus 2.2 sebagaimana ditunjukkan pada contoh berikut:

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{m_w \times c_{pw} \times (T_2 - T_1) + m_v \times c_{uap}}{m_f \times LHV} \\ &= \frac{2 \times 4,180 \times (101,3 - 32,2) + 0,302 \times 2260}{0,102 \times 39530} \times 100\% \\ &= 34,2 \%\end{aligned}$$

Perhitungan diatas dilakukan menggunakan hasil pembakaran minyak jelantah yang telah disaring zeolit dengan tekanan tabung 5 bar.

#### 2) Tabel pengujian

Proses pengumpulan data dilakukan berdasarkan tabel yang telah disiapkan seperti dibawah ini.



Tabel 3.2 Pengambilan Data

Pengujian	Waktu	Temperatur air		Massa air (gr)		Tekanan	Kalor (joule)
		Awal	Akhir	Awal	Akhir		
1.							
2.							
3.							

d. Analisis data

Hasil data yang diperoleh dari proses pengujian akan dianalisis dan diolah agar didapat kesimpulan penelitian ini.

e. Penulisan laporan

Penulisan laporan adalah tahap akhir dari penelitian ini.

### 3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah:

1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada pengujian ialah sebagai berikut:

a. Tabung bertekanan penyimpanan minyak

Tabung penyimpanan minyak merupakan tabung yang berfungsi untuk menampung minyak jelantah dan minyak tanah pada proses pemanasan dengan kapasitas masing-masing tabung ialah 5 liter



Gambar 3.2 Tabung Bertekanan

b. Panci

Pada penelitian ini panci dipakai sebagai wadah untuk mendidihkan air dalam penelitian ini.



Gambar 3.3 Panci

c. *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu mendidihkan air yang dipanaskan dengan bahan bakar minyak jelantah.



Gambar 3.4 *Stopwatch*

d. *Thermocouple*

*Thermocouple* yang digunakan pada penelitian ini berfungsi sebagai sensor untuk menangkap besaran temperatur yang dihasilkan dari pembakaran dengan cara dihubungkan dengan *temperatur recorder*.

Adapun bentuk *thermocouple* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.5 *Thermocouple*

e. *Temperatur Recorder*

*Temperautre recorder* berfungsi sebagai pengukur temperatur api yang dihasilkan dari pembakaran serta mengukur temperatur pada air yang akan dididihkan. Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah *temperatur recorder* dengan merek Luntun BT M-420SD.



Gambar 3.6 *Temperature Recorder*

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Minyak jelantah

Minyak jelantah yang digunakan pada penelitian ini akan disaring menggunakan zeolit.



Gambar 3.7 Minyak Jelantah

b. Minyak Tanah

Minyak tanah digunakan sebagai pemantik pembakaran awal dalam penelitian ini.



Gambar 3.8 Minyak Tanah

c. Zeolit

Zeolit yang digunakan pada penelitian ini berukuran 10 mesh. Ukuran tersebut dipilih karena lebih mudah didapat serta untuk mengurangi debu halus zeolit turun bersama minyak jelantah saat proses penyaringan.



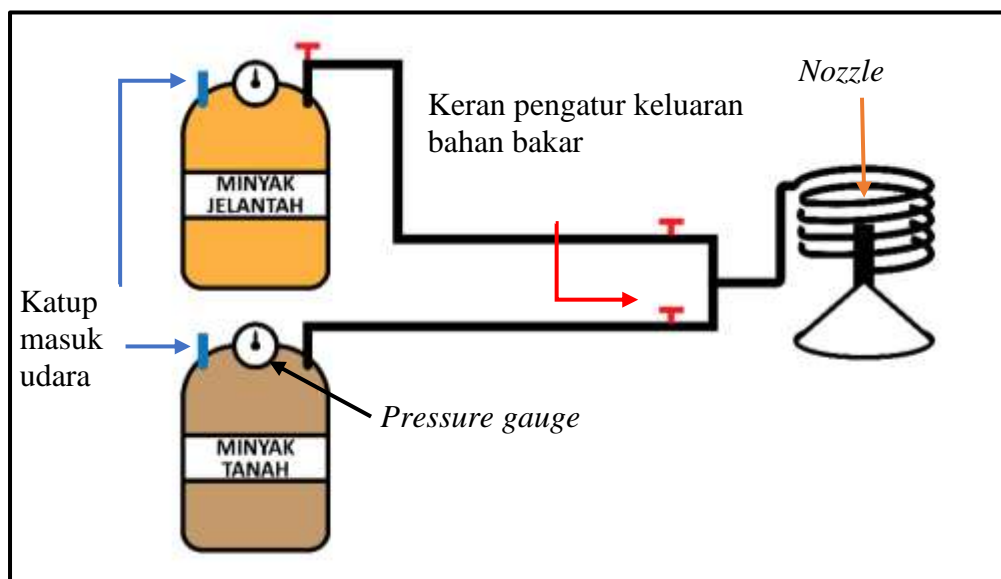
Gambar 3.9 Zeolit

### 3.4 Metode Pengambilan Data

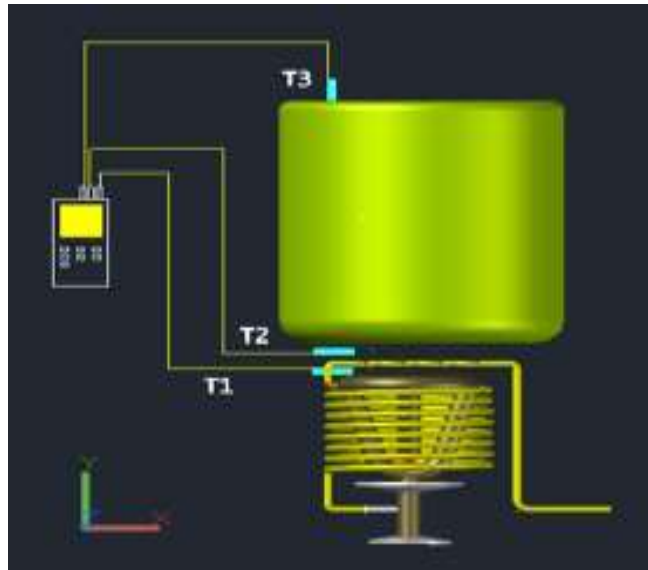
Adapun metode pengambilan data dengan pemanasan air menggunakan minyak jelantah dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan minyak jelantah dan zeolit yang akan digunakan
2. Melakukan penyaringan minyak jelantah menggunakan zeolit yang akan digunakan untuk pembakaran.
3. Menyiapkan alat dan bahan dalam penelitian ini seperti tabung bahan bakar, kompresor manual, kabel *thermocouple*, panci, *temperatur recorder*, *stopwatch*, kompor bertekanan, minyak tanah, spritus, *gas lighter*
4. Masing-masing tabung diisi dengan minyak tanah sebanyak 500 ml dan minyak jelantah sebanyak 1000 ml.
5. Masing-masing tabung kemudian di pompa menggunakan kompresor manual dengan variasi tekanan 3, 4 dan 5 bar
6. Membuka katup minyak tanah untuk mengisi ruang pipa *preheater*, kemudian menutup katup apabila pipa sudah terisi
7. Melakukan perlakuan awal pembakaran dengan menuangkan spritus di *vaporizing cup* sebagai pemicu nyala api
8. Menggunakan *gas lighter* untuk membakar spritus, api dari spritus akan memanaskan minyak tanah yang berada pada pipa *preheater*.

9. Mengamati api dari spritus selama 1 menit saat pipa *preheater* dipanaskan, api dari minyak tanah mulai menyala.
10. Mengamati api dari minyak tanah hingga stabil selama 2 menit
11. Membuka setengah katup minyak jelantah secara perlahan hingga api dari minyak jelantah menyala
12. Mengamati proses pergantian api dari minyak tanah ke minyak jelantah
13. Mengamati nyala api dari minyak jelantah hingga stabil selama 3 menit
14. Meletakkan panci yang berisikan air sebanyak 2kg diatas tungku api minyak jelantah yang sudah menyala stabil
15. Meletakkan kabel *thermocouple* pada posisi yang ditentukan yang terhubung dengan *temperatur recorder* untuk mencatat suhu api selama 25 menit
16. Mengulangi langkah 4 hingga 15 dengan mengganti minyak jelantah dengan minyak jelantah yang sudah disaring zeolit
17. Mencatat dan menganalisa hasil pengujian yang diperoleh.

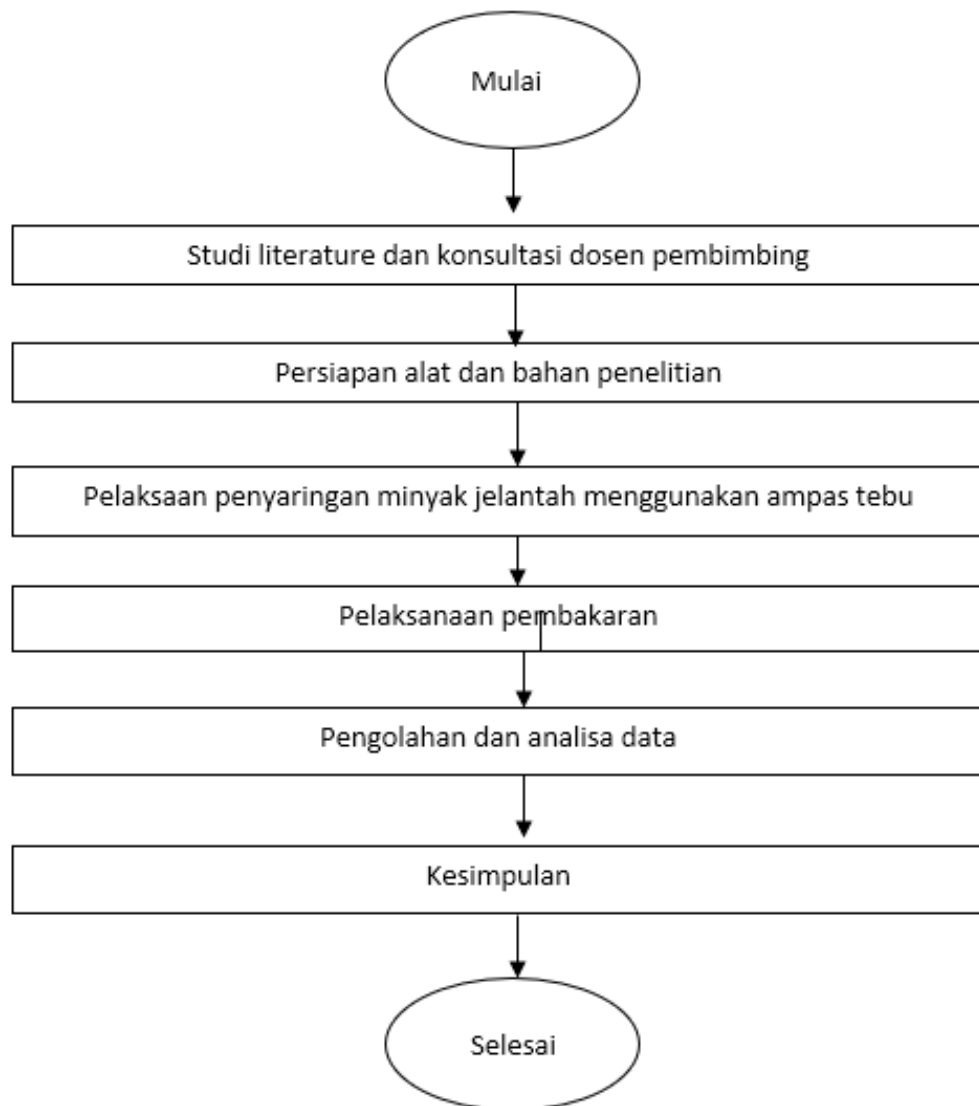


Gambar 3.10 Skema Kompor Bertekanan



Gambar 3.11 Posisi Penempatan *Thermocouple*

### 3.5 Diagram alir penelitian



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian



## **V. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan berdasarkan tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Pendidihan air memakai bahan bakar minyak jelantah yang disaring dengan zeolit mencatatkan waktu tercepat selama 10 menit pada tekanan 5 bar, energi terbaik yang didapat pada tekanan 5 bar 577.673 Joule dan efisiensi terbaik juga terjadi pada tekanan 5 bar dengan efisiensi sebesar 34,2% atau meningkat sebesar 3,9% dari tekanan 4 bar. Hal ini dikarenakan faktor dari variasi tekanan digunakan dan juga dipengaruhi kadar air, kotoran dan asam lemak bebas.
2. Warna api pada tekanan 3 dan 4 bar saat menggunakan bahan bakar minyak jelantah yang disaring zeolit dominan berwarna jingga dan kuning. Pada tekanan 5 bar warna api saat pembakaran menggunakan bahan bakar minyak jelantah disaring zeolit dominan berwarna jingga, kuning dan kebiruan serta tidak muncul asap berlebih.

### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat setelah melakukan penelitian pengaruh penggunaan zeolit pada minyak jelantah terhadap hasil pembakaran adalah:

1. Zeolit yang telah digunakan sebagai penyaring perlu diteliti kembali agar dapat dimanfaatkan ulang agar tidak menambah limbah.

2. Sebaiknya memanfaatkan perangkat lunak pendukung seperti *software Autodesk inventor* untuk mengetahui besar daerah api pada *burner* pada saat proses pembakaran berlangsung.
3. Diperlukan uji emisi pada pengujian pembakaran berbahan bakar minyak jelantah yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Muhammad., Kalla, Ruslan., dan Ifa, La. 2017. Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi. *Journal of Chemical Process Engineering* vol 2 no 2.
- Erna S, Natalia., dan Wiwit P, Wasi Sakti. 2017. Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah (*Biofuel*) Bagi Pedagang Gorengan Di Sekitar FMIPA Unnes. *Rekayaa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran* vol 15 no 2.
- Harahap, Irwan Saputra., Wahyuningsih, Puji., Amri, Yulida. 2020. Analisa Kandungan Beta Karoten Pada CPO (*Crude Palm Oil*) Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan* vol 2 no 1.
- Mujadin, Anwar., Jumianto, Syafitri., dan Puspitasari, Riris Lindiawati. 2014. Pengujian Kualitas Minyak Goreng Berulang Menggunakan Metoda Uji Viskositas dan Perubahan Fisis. *Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi* vol 2 no 4.
- Mustam, Mariaulfa., Ramdani, Nurfika., Syaputra, Irfan. 2021. Perbandingan Kualitas Bahan Bakar Dari Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Dengan Metode Pirolisis. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains* vol 6 no 1.
- Ketaren, S. 2012. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press
- Laila, Lia., dan Oktavia, Listiana. 2017. Kaji Eksperimen Angka Asam dan Viskositas Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit dari PT Smart Tbk. *JTPPI Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri* Vol 2 No 1

- Octarya, Zona., dan Fernando, Adhitya. 2016. Peningkatan kualitas Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif dari Zeolit yang Diaktivasi dengan NaCl. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan* vol 6 no 2.
- Polymer Science Learning Center (US). 2012. *Flame Color*. Diakses pada 10 mei 2024, dari <https://pslc.ws/fire/howwhy/flameco.htm>
- Rahmanulloh, Arif. 2021. Oilseeds and Products Annual. *Global Agricultural Information Network*. Jakarta.
- Ramadhan G W, Basyirun. 2020. Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas Pada Kompor. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin* vol 5 no 2.
- Sani, Lina Puspitasari. 2017. *Pemanfaatan Pemberian Ampas Nanas (Ananas comosus L.Merr) dalam Pengolahan Minyak Jelantah Menjadi Minyak Segar* (Thesis). Universitas Muhammadiyah Surabaya. Surabaya.
- Sjaffriadi., Sasongko, Nugroho Adi. 2011. *The Bio-Fuel Pressure Stove Fueled by Waste Cooking Oil*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Tazi, Imam., dan Sulistiana. 2011. Uji Kalor Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Neutrino* vol 3 no 2
- Widayat., Suherman., dan K Haryani. 2006. Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Dengan Adsorbent Zeolit Alam: Studi Pengurangan Bilangan Asam. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* vol 6 no 1.
- Yusibani, Elin., Hazmi, Nur Salsabila., dan Yufita, Evi. 2017. Pengukuran Viskositas Beberapa Produk Minyak Goreng Kelapa Sawit Setelah Pemanasan. *JTIP Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* vol 9 no 1.

**LAMPIRAN**