

**PIROLISIS LEMAK SAPI (*TALLOW*) MENJADI BAHAN BAKAR
CAIR DENGAN VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU REAKSI**



SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh gelar sarjana**

**oleh:
BERLIANITA PUTRI IRANI
122020035P**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
AGUSTUS, 2022**

LEMBAR PERSETUJUAN

**Pirolisis Lemak Sapi (*Tallow*) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Variasi
Temperatur dan Waktu Reaksi**

Oleh:

BERLIANITA PUTRI IRANI (122020035P)

Disetujui Oleh:

Pembimbing I


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM.
NIDN: 0227077004

Pembimbing II


Ir. Ani Melani, M.T.
NIDN: 0021056308

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia FT UMP**


Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D. IPM
NIDN: 0228076701

LEMBAR PENGESAHAN

Pirolisis Lemak Sapi (*Tallow*) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Variasi Temperatur dan Waktu Reaksi

Disusun Oleh:



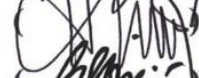

BERLIANITA PUTRI IRANI (122020035P)

Telah diuji dihadapan tim pengujji pada tanggal 23 Agustus 2022

Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

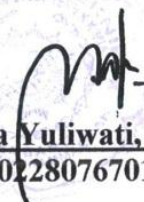
Tim Penguji:

Ketua : Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T., IPM. / 0227077004 ()
Anggota : Ir. Ani Melani, M.T. / 0021056308 ()
Anggota : Netty Herawati, S.T., M.T. / 0225017601 ()
Anggota : Legiso, S.T., M.T. / 0217086803 ()

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UMP**


Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T., IPM
NIDN: 0227077004

**Menyetujui,
Ketua Prodi Teknik Kimia**


Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D., IPM
NIDN: 0228076701



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623. Telp (0711)518764 Fax (0711)519408
Terakreditasi B dengan SK. No.396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : Berlianita Putri Irani

NRP : 122020035P


Judul Tugas : Pirolisis Lemak Sapi (*Tallow*) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Variasi Temperatur dan Waktu Reaksi

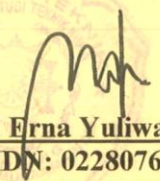
Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Tiga Agustus Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 23 Agustus 2022

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

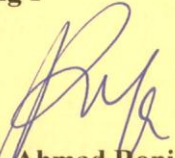

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM.
NIDN: 0227077004

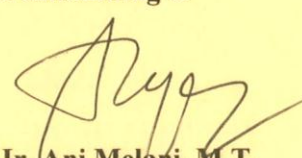

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D., IPM
NIDN: 0228076701

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

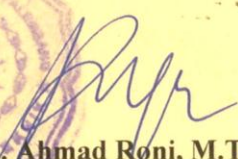

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM.
NIDN: 0227077004


Ir. Ani Melani, M.T.
NIDN: 0021056308

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN: 0227077004


Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D., IPM
NIDN: 0228076701

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah, 6–8).

“Pandanglah hari ini. Kemarin adalah mimpi. Dan esok hari hanyalah sebuah visi. Tetapi, hari ini sungguh nyata. Menjadikan kemarin sebagai mimpi bahagia dan setiap hari esok sebagai visi harapan.” (Alexander Pope)

Ku Persembahkan Untuk :

- Allah SWT.
- Bapak dan Ibu Tercinta
- Adikku
- Dosen Pembimbingku
- Seluruh Teman-temanku
- Almamaterku

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Berlianita Putri Irani
Tempat / Tanggal Lahir : Palembang, 21 November 1997
NIM : 122020035P
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara full teks untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

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

Palembang, 23 Agustus 2022



Berlianita Putri Irani

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pirolisis Lemak Sapi (*Tallow*) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Variasi Temperatur dan Waktu Reaksi” ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Mardwita, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM dan Ir. Ani Melani, M.T. selaku Dosen Pembimbing.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara materil dan moril.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia 2020 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Palembang, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

PIROLISIS LEMAK SAPI (*TALLOW*) MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU REAKSI

Oleh :

Berlianita Putri Irani (122020035P)

Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
Kampus UMP, Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang
Email : berlianitaputri@gmail.com

Penggunaan sumber energi fosil semakin besar seiring meningkatnya kebutuhan di Indonesia membuat cadangan sumber energi fosil semakin menipis. Untuk itu diperlukan adanya pengembangan sumber energi lain sebagai alternatif yang bisa diperbaharui guna mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak. Salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan adalah bahan bakar cair yang diproduksi dari lemak sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan temperatur dan waktu reaksi optimum yang menghasilkan %*yield* tertinggi. Bahan bakar cair dibuat dari lemak sapi (*tallow*) masing-masing sebanyak 500 gram dan katalis zeolit 10% melalui proses pirolisis pada temperatur 310°C, 330°C, 350°C, 370°C dan 390°C dengan waktu reaksi 100 menit, 120 menit dan 140 menit di dalam reaktor *catalytic cracking*. Untuk mengetahui kualitas bahan bakar cair, dilakukan pengujian densitas, viskositas, titik nyala, *cetane number* dan analisa GC-MS. Berdasarkan %*yield* tertinggi sebesar 12,4718% pada temperatur 350°C dan waktu 140 menit, produksi bahan bakar cair yang dihasilkan memiliki nilai densitas sebesar 785,38 kg/m³, nilai viskositas sebesar 3,00 mm²/s dan angka setana sebesar 76,7. Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa pada bahan bakar cair pirolisis lemak sapi terdapat fraksi gasoline (C₅ – C₁₂) sebesar 28,15%, fraksi kerosine (C₁₃ – C₁₄) sebesar 9,01%, dan fraksi diesel (C₁₅ – C₁₉) sebesar 41,41%.

Kata kunci : Pirolisis, Bahan Bakar Cair, Lemak Sapi (*tallow*), Katalis Zeolit, Reaktor.

ABSTRACT

PYROLYSIS OF BEEF FAT (TALLOW) INTO LIQUID FUEL WITH VARIATIONS OF TEMPERATURE AND REACTION TIME

By :

Berlianita Putri Irani (122020035P)

Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
Kampus UMP, Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang
Email : berlianitaputri@gmail.com

Utilization of fossil energy sources is getting bigger along with the increasing demand in Indonesia, making the reserves of fossil energy sources decreasing. For this reason, it is necessary to develop other energy sources as renewable alternatives in order to reduce dependence on liquid fuel. One of the renewable energies that can be developed is liquid fuel produced from beef fat. This study aims to obtain the optimum reaction temperature and time that produces the highest % yield. Liquid fuel is made from beef fat (tallow) as much as 500 grams and 10% zeolite catalyst through a pyrolysis process at temperatures of 310°C, 330°C, 350°C, 370°C and 390°C with reaction times of 100 minutes, 120 minutes and 140 minutes inside the catalytic cracking reactor. To determine the quality of liquid fuel, testing for density, viscosity, flash point, cetane number and GC-MS analysis was carried out. Based on the highest % yield of 12,4718% at a temperature of 350°C and a reaction time of 140 minutes, the resulting liquid fuel production has a density value of 785,38 kg/m³, a viscosity value of 3.00 mm²/s and a cetane number of 76,7 . The results of the GC-MS analysis show that in the liquid fuel pyrolysis of beef fat there is a gasoline fraction (C₅ – C₁₂) of 28,15%, a kerosine fraction (C₁₃ – C₁₄) of 9,01%, and a diesel fraction (C₁₅ – C₁₉) of 41,41%.

Keywords : pyrolysis, beef fat (tallow), liquid fuel, zeolite catalyst, reactor

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lemak Sapi (<i>Tallow</i>).....	5
2.2 Pirolisis	6
2.3 Reaktor	9
2.4 Katalis	9
2.5 <i>Biofuel</i>	11
2.5.1. Biodiesel.....	11
2.6 Karakteristik Bahan Bakar Cair	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan	15
3.2.1. Bahan yang Digunakan	15
3.2.2. Alat yang Digunakan	15
3.3 Variabel Penelitian	15
3.3.1. Variabel Tetap.....	16
3.3.2. Variabel Bebas	16
3.4 Prosedur Percobaan.....	16
3.4.1. Persiapan Bahan Baku	16
3.4.2. Aktivasi Katalis Zeolit	16
3.4.3. Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair dari Lemak Sapi (<i>Tallow</i>)....	16
3.4.4. Uji Karakteristik Bahan Bakar Cair dari Lemak Sapi (<i>Tallow</i>).....	17

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Penelitian.....	21
4.2 Pembahasan.....	23
4.2.1. Persentase <i>yield</i>	23
4.2.2. Densitas.....	24
4.2.3. Viskositas.....	26
4.2.4. Titik Nyala.....	28
4.2.5. <i>Cetane Number</i>	30
4.2.6. Hasil Analisa GC-MS Bahan Baku Lemak Sapi.....	31
4.2.7. Hasil Analisa GC-MS Produk Bahan Bakar Cair.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN I : Data Penelitian.....	42
LAMPIRAN II : Perhitungan.....	50
LAMPIRAN III : Dokumentasi.....	60
LAMPIRAN IV : Surat-surat.....	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Pirolisis pada Partikel Biomassa	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair	20
Gambar 4.1 Pengaruh Suhu Pirolisis dan Waktu terhadap Persentase <i>Yield</i> ..	23
Gambar 4.2 Pengaruh Suhu Pirolisis dan Waktu terhadap Densitas	25
Gambar 4.3 Pengaruh Suhu Pirolisis dan Waktu terhadap Viskositas	27
Gambar 4.4 Pengaruh Suhu Pirolisis dan Waktu terhadap Titik Nyala	29
Gambar 4.5 Kromatogram Bahan Baku Lemak Sapi	31
Gambar 4.6 Kromatogram Produk Bahan Bakar Cair.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian.....	42
Lampiran 2. Perhitungan	50
Lampiran 3. Dokumentasi	60
Lampiran 4. Surat-surat	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi minyak mentah Indonesia sejak tahun 1990-an telah mengalami tren penurunan yang berkelanjutan karena kurangnya eksplorasi dan investasi pada sektor ini. Penurunan produksi minyak mentah Indonesia dikombinasikan dengan permintaan domestik yang meningkat sehingga mengubah Indonesia menjadi importir minyak dari tahun 2004 sampai saat ini. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), impor minyak mentah Indonesia sepanjang Januari – Desember 2021 tercatat mencapai 13,77 juta ton. Hal ini menyebabkan impor minyak mentah Indonesia pada tahun 2021 mengalami kenaikan sebesar 31% dari impor minyak mentah pada tahun 2020 yang sebesar 10,51 juta ton. Impor minyak mentah di Indonesia diperlukan karena kapasitas kilang bahan bakar minyak di dalam negeri mencapai 1 juta barrel per hari (bph). Sedangkan menurut data Kominfo tahun 2018 kebutuhan bahan bakar minyak mencapai 1,6 juta barrel per hari, sehingga antara kebutuhan dengan produksi tidak seimbang. Untuk itu diperlukan adanya pengembangan sumber energi lain sebagai alternatif yang murah dan bisa diperbaharui guna mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak. Apalagi dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak dan Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan Pemanfaatan Bahan bakar Nabati atau Hewani (*biofuel*) sebagai pengganti bahan bakar lain.

Sumber energi fosil yang terbatas menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan yang berasal dari alam. Seperti halnya minyak nabati, lemak sapi dapat juga dilakukan dengan metode perengkahan menjadi senyawa karbon yang rantainya lebih pendek seperti menjadi biogasolin. Lemak sapi merupakan bahan baku yang murah dan mudah didapatkan sehingga dapat digunakan untuk produksi *biofuel*. Dari data Badan Pusat Statistik (BPS)

populasi sapi potong di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan dimana pada tahun 2019 jumlah sapi potong di Indonesia sebanyak 16.930.025 ekor. Lalu dari hasil observasi di Rumah Pemotongan Hewan (RPH) di Gandus Palembang sekitar 18 - 20 ekor sapi yang dipotong dalam sehari, sedangkan banyaknya lemak sapi yang dihasilkan dari pemotongan satu ekor sapi sebanyak 12 kg sehingga sehari didapatkan lemak sapi sebanyak 240 kg. Akinro *et al.*, (2009) menyatakan bahwa limbah lemak sapi di Rumah Pemotongan Hewan (RPH) dapat menimbulkan masalah lingkungan apabila tidak diolah dengan baik.

Proses perengkahan atau pirolisis adalah proses dimana senyawa rantai panjang tidak jenuh dengan molekul besar akan dipecah menjadi senyawa dengan rantai yang lebih pendek seperti gasoline, kerosin serta diesel dengan menggunakan katalis (Yolanda, 2018). Perengkahan katalitik merupakan suatu cara untuk memecah hidrokarbon kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dengan bantuan katalis sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk dan juga dapat menurunkan jumlah residu yang dihasilkan. Basu P., (2018) menjelaskan bahwa proses pirolisis terjadi pemecahan molekul hidrokarbon yang besar dari suatu biomassa menjadi beberapa hidrokarbon yang lebih kecil dan sederhana, gas yang tidak terkondensasi seperti CO, CO₂, serta karbon dalam bentuk padatan yang disebut sebagai *char*. Reaksi pirolisis sangat dipengaruhi oleh kecepatan naiknya temperatur dan waktu proses pirolisis yang dapat memaksimalkan jumlah total produk asap cair mirip diesel dari pirolisis *tallow* (Setyono, 2015). Semakin lama temperatur dan waktu pirolisis maka semakin banyak produk yang dihasilkan sehingga menyebabkan dekomposisi bahan baku akan lebih sempurna dan menghasilkan produk bahan bakar cair yang lebih banyak (Sapril *et al.*, 2022).

Riyadhi, (2016) telah melakukan penelitian tentang rancang bangun mini reaktor dan uji reaktor pada perengkahan katalitik lemak sapi menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis MgO dan zeolit dimana hasil perengkahan *tallow* dengan menggunakan reaktor terbuka dan katalis zeolit alam, menghasilkan minyak berwarna kuning jernih dengan senyawa karbon C₁₂ - C₂₀ yang terdiri dari golongan alkana 64,51%, alkana 27,37%, aldehid

0,7%, keton 4,34% dan asam lemak 3,08% sedangkan hasil perengkahan *tallow* dengan menggunakan reaktor terbuka dan katalis MgO menghasilkan minyak berwarna kuning kecoklatan dengan senyawa karbon C₇ - C₁₁ sebanyak 17,85% dan C₁₂ - C₁₉ sebanyak 82,15% yang terdiri dari golongan alkana 57,6%, alkena 32,16% dan keton 10,24%. Namun kelemahannya adalah pada reaktor *catalytic cracking* yang dirancang tidak dilengkapi dengan indikator temperatur.

Syahrullah, (2018) juga telah melakukan penelitian mengenai identifikasi senyawa hasil pirolisis katalitik *tallow* dari lemak sapi menggunakan zeolit alam lampung dan MgO dimana pirolisis katalitik *tallow* sebanyak 20 gram dengan menggunakan 7% zeolit menghasilkan *bio-oil* dengan kuantitas terbaik sebanyak 18,5 mL pada suhu maksimum 275°C dibandingkan dengan menggunakan 5% MgO dihasilkan 18 mL *bio-oil* pada suhu maksimum 300°C. Kelemahan dari penelitian adalah reaktor pirolisis yang digunakan tidak dilengkapi dengan pendeteksi suhu dan tekanan yang berada di dalam reaktor.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka ingin dilakukan proses pengolahan lemak sapi (*tallow*) menjadi bahan bakar cair menggunakan metode pirolisis dengan variasi temperatur dan waktu reaksi sehingga dapat menghasilkan bahan bakar cair pada kondisi optimum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini permasalahan yang timbul adalah :

1. Berapa temperatur dan waktu reaksi optimum yang menghasilkan %*yield* tertinggi pada pengolahan lemak sapi menjadi bahan bakar cair?
2. Bagaimana pengaruh variasi temperatur dan waktu reaksi terhadap sifat fisik bahan bakar cair terutama densitas, viskositas, titik nyala dan *cetane number* sesuai dengan standar dan mutu Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia berdasarkan %*yield* tertinggi?
3. Bagaimana hasil analisa senyawa kimia bahan bakar cair menggunakan GC-MS berdasarkan %*yield* tertinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Diperolehnya temperatur dan waktu reaksi optimum yang menghasilkan %*yield* tertinggi pada pengolahan lemak sapi menjadi bahan bakar cair.
2. Menganalisa pengaruh variasi temperatur dan waktu reaksi terhadap sifat fisik bahan bakar cair terutama densitas, viskositas, titik nyala *cetane number* sesuai dengan standar dan mutu Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia berdasarkan %*yield* tertinggi.
3. Diperolehnya bahan bakar cair berdasarkan analisa senyawa kimia dengan menggunakan GC-MS berdasarkan %*yield* tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)
Dapat mengembangkan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) bahwa lemak sapi dapat diolah menjadi bahan bakar cair dengan proses pirolisis.
2. Bagi Masyarakat
Didapatkannya bahan bakar cair dari lemak sapi yang dapat digunakan sebagai energi alternatif serta kesadarannya untuk memanfaatkan potensi energi baru terbarukan di kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Afritorio, M. I. (2018). Pengaruh Konsentrasi Pelarut N–Heksana Dan Berat Sampel Pada Analisis Lemak Sapi (Bos Taurus) Terhadap Produk Pangan Olahan (Doctoral dissertation).
- Athallah, A. (2022). Efek Penambahan Binder Bentonit Terhadap Kekuatan Katalis Zeolit Alam. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 49-52.
- Bahari, W. A. (2019). Studi Cbr Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Bakhri, S. (2021). Minyak Bumi Di Indonesia.
- Basu, P. (2018). Biomass gasification, pyrolysis and torrefaction: practical design and theory. Academic press.
- Cheruiyot, K. E. (2020). Production and combustion of waste animal fat biodiesel as alternate fuel to fossil diesel (Doctoral dissertation).
- Chuah, L. F., Klemeš, J. J., Yusup, S., Bokhari, A., & Akbar, M. M. (2017). A review of cleaner intensification technologies in biodiesel production. *Journal of cleaner production*, 146, 181-193.
- Dhaniswara, T. K., & Fahriani, D. (2021). Produksi Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Sampah Botol Plastik Bekas Air Minum dengan Metode Pirolisis. *Journal of Research and Technology*, 7(1), 83-92.
- Eldwita, K., & Lestari, S. D. (2021). Pengaruh Jumlah Katalis Dan Temperatur Pada Produksi Bahan Bakar Cair Dari Ban Bekas Dengan Metode Perengkahan Katalitik. *Kinetika*, 11(2), 19-25.
- Febriana, I., Ridwan, K. A., Hatina, S., & Pujiastuti, S. (2022). Pengolahan Lemak Sapi Menjadi Biofuel Menggunakan Katalis Calcium Oxide. *Jurnal Redoks*, 7(1), 10-18.
- Febriyanti, F., Fadila, N., Sanjaya, A. S., Bindar, Y., & Irawan, A. (2019). Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit menjadi bio-char, bio-oil dan gas dengan metode pirolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 12-17.
- Gading, B. M. W. T., Respati, A. N., & Suryanto, E. (2021). Studi Kasus: Permasalahan Limbah di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*, 12(1), 68-77.

- Gebremariam, S. N., & Marchetti, J. M. (2018). Economics of biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 168, 74-84.
- Hajjari, M., Tabatabaei, M., Aghbashlo, M., & Ghanavati, H. (2017). A review on the prospects of sustainable biodiesel production: A global scenario with an emphasis on waste-oil biodiesel utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 445-464.
- Haliza, P. N. (2018). Pemanfaatan Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Dalam Menurunkan Kadar Lemak Daging Sapi (Doctoral dissertation, STIKES Insan Cendekia Medika Jombang).
- Husein, A. (2018). Pengaruh Temperatur Pembentukan Fuel Oil pada Proses Pirolisis Plastik Low Density Polyethylene (*LDPE*) (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Ishaq, M. (2020). Pengaruh Katalis Koh Terhadap Kualitas Sintetis Biodiesel Minyak Jelantah (Doctoral dissertation, Universitas Bosowa).
- Kadarwati, S., Annisa, R. N., & Apriliani, E. (2022). Zeolit Alam Indonesia Sebagai Kandidat Katalis Asam Padat Yang Unggul Untuk Proses Upgrading Bio-Oil Melalui Teknik Esterifikasi. *Inovasi Kimia*, (1), 88-118.
- Kemas, R., Dwi, I., Yulita, Z., & Nugroho, A. (2018). Pengaruh Cara Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi Arang Dan Asap Cair yang Dihasilkan. In *Prosiding SNTT-VI (Seminar Nasional Teknologi Terapan)*.
- Knothe, G., & Razon, L. F. (2017). Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 58, 36-59.
- Kosgei, C., & Inambao, F. L. (2019). A Comprehensive Review of Low-Cost Biodiesel Production from Waste Beef Tallow. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 10(8), 285-305.
- Lestari, N. F. (2017). Analisis fisik biodiesel berbahan baku minyak hasil pengolahan limbah industri pengalengan ikan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Lestari, S. P., Aswan, A., Effendy, S., Febriana, I., Safitri, W., & Shaskia, B. A. (2020). Produksi Bahan Bakar Cair Dari Lemak Sapi Menggunakan Katalis Zeolit Dengan Metode Pirolisis. *Kinetika*, 11(2), 1-9.

- M Khoiron, M. K. (2019). Pembuatan Biodiesel Minyak Bekas Penggorengan Ikan Sardin Krispi (*Sardinella Lemuru*) Melalui Metode Transesterifikasi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Majapahit Mojokerto).
- Mahmudul, H. M., Hagos, F. Y., Mamat, R., Adam, A. A., Ishak, W. F. W., & Alenezi, R. (2017). Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 497-509.
- Maulina, S., & Putri, F. S. (2017). Pengaruh suhu, waktu, dan kadar air bahan baku terhadap pirolisis serbuk pelepah kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2), 35-40.
- Mortensen, P.M.; Grunwaldt, J.D.; Jensen, P.A.; Knudsen, K.G.; Jensen, A.D. A., 2011, review of catalytic upgrading of bio-oil to engine fuels. *Appl. Catal. A Gen*, 407, 1–19.
- Mutmainnah, I. R. (2017). Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis* Lf) sebagai Energi Alternatif dengan Metode Pirolisis (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Nasir, M. (2020). Perbandingan Kualitas Minyak Sawit Bermerk dan Minyak Kelapa Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2), 36-43.
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses pembakaran pirolisis dengan jenis biomassa dan karakteristik asap cair yang dihasilkan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 69-78.
- Ridhuan, K., Mafruddin, M., & Al Rasyid, A. (2020). Optimasi pembakaran menyeluruh pada reaktor pirolisis dalam menghasilkan bioarang dan asap cair. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 114-123.
- Riyadhi, A., & Syahrullah, S. Rancang Bangun Mini Reaktor Dan Uji Reaktor Pada Perengkahan Katalitik Lemak Sapi Menjadi Bahan Bakar Cair Menggunakan Katalis Mgo Dan Zeolit. *Integrated Lab Journal*, 4(2), 125-138.
- Sahrani U, S. U. (2019). Karakterisasi Bio Oil dari Limbah Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L) Menggunakan Katalis Ni/Zeolit dengan Teknologi Pirolisis (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).

- Sapril, S., Kusuma, A. T., Aswan, A., Zikri, A., & Hajar, I. (2022). Pirolisis Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair Menggunakan Katalis Zeolit Teraktivasi. *Publikasi Penelitian Terapan Dan Kebijakan*, 5(1), 9-18.
- Sari, G. L. (2017). Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3, 6-13.
- Setyawardhani, D. A., Widiastri, A. T. Y., & Rahman, M. (2021). Uji Karakteristik Pencampuran Biodiesel Minyak Jelantah Dan Biodiesel Minyak Kesambi. *Jurnal Integrasi Proses*, 10(2), 68-76.
- Siregar, Y. D. I., & Riyadhi, A. Identifikasi Senyawa Hasil Pirolisis Katalitik Tallow dari Lemak Sapi Menggunakan Zeolit Alam Lampung dan Mgo (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2022. Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati Jenis Diesel Nabati (Diesel Biohidrokarbon) <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/06/08/3177/telah.terbit.kepdirjen.ebtke.2022.tentang.standar.dan.mutu.spesifikasi.bahan.bakar.nabati.jenis.diesel.nabati.diesel.biohidrokarbon.sebagai.bahan.bakar.lain.yang.dipasarkan.di.dalam.negeri> diakses pada tanggal 01 Agustus 2022.
- Suci, A. Z. R. (2018). Delignifikasi Tongkol Jagung dan Batang Pisang Menggunakan Enzim dari Larva *Cossus-cossus* dalam Produksi Biofuel Generasi Kedua (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Sudarmanta, B., Murtadji, D. B., Wulandari, D. F., & FTI-ITS, J. T. M. (2009, March). Karakterisasi Gasifikasi Biomassa Sekam Padi Menggunakan Reaktor Downdraft dengan Dua Tingkat Lajuan Udara. In *Makalah dalam Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM)* (Vol. 8).
- Supriyanto, S., Ismanto, I., & Suwito, N. (2019). Zeolit Alam Sebagai Katalis Pyrolisis Limbah Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair. *Automotive Experiences*, 2(1), 15-21.
- Uyun, Ismi Quratul. Produksi Bahan Bakar Cair Hidrokarbon (C₈-C₁₃) dari Limbah Plastik Polipropilena Hasil Konversi Katalitik dengan Variasi Katalis Al-MCM-41. 2017. PhD Thesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Widi, R. K. (2018). Pemanfaatan Material Anorganik: Pengenalan dan Beberapa Inovasi di Bidang Penelitian. Deepublish.
- Yanisa, Albertas, Lesmono, Prihandono. 2018. Kajian Pengaruh Suhu terhadap Viskositas.
- Yolanda, T. (2018). Catalytic cracking minyak jarakpagar (*Jatropha curcas l*) menggunakan katalis zeolit alam (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Zurohaina, Z., Rusnadi, I., Amin, J. M., Zikri, A., Sabatini, R., & Lindawati, L. (2021). Penggunaan Katalis Nimo- Al_2O_3 Pada Proses Hydrotreating Minyak Jelantah Menjadi Green Diesel. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia, 1(12), 465-474.