

**PRODUKSI DAN UJI SIFAT KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI  
MINYAK KEMIRI SUNAN MENGGUNAKAN METODE PEMANAS  
KONVENSIONAL DAN ULTRASONIK**

**PROPOSAL SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi dan Melengkapi Salah Satu Syarat dalam Menempuh  
Ujian Sarjana Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sumatera Utara*

**MUHAMMAD WAHYUDI SIREGAR**  
**71220911053**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PRODUKSI DAN UJI SIFAT KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI**  
**MINYAK KEMIRI SUNAN MENGGUNAKAN METODE PEMANAS**  
**KONVENSIONAL DAN ULTRASONIK**

**PROPOSAL SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi dan Melengkapi Salah Satu Syarat dalam Menempuh  
Ujian Sarjana Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sumatera Utara*

**MUHAMMAD WAHYUDI SIREGAR**  
**NPM: 71220911053**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**(Ir. Muslih Nasution, M.T)**

**(M. Rafiq Yanhar, S.T., M.T)**

**Disetujui Oleh,**  
**Ketua Prodi Teknik Mesin**  
**FT UISU**

**(Ir. Muksin R Harahap, S.Pd., M.T)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA**

**CATATAN ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Wahyudi Siregar  
NPM : 71220911053  
Pembimbing I : Ir. Muslih Nasution, M.T  
Judul Skripsi : Produksi dan Uji Sifat Karakteristik Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan Menggunakan Metode Pemanas Konvensional dan Ultrasonik

No	Hari/Tanggal	Uraian	Paraf

Diketahui  
Ketua Prodi Teknik Mesin

(Ir. Muksin R Harahap, S.Pd., M.T.)

Medan, Mei 2024

Pembimbing I

(Ir. Muslih Nasution, M.T)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA**

**CATATAN ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Muhammad Wahyudi Siregar  
NPM : 71220911053  
Pembimbing I : Ir. Muslih Nasution, M.T  
Judul Skripsi : Produksi dan Uji Sifat Karakteristik Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan Menggunakan Metode Pemanas Konvensional dan Ultrasonik

No	Hari/Tanggal	Uraian	Paraf

Diketahui  
Ketua Prodi Teknik Mesin

(Ir. Muksin R Harahap, S.Pd., M.T)

Medan, Mei 2024

Pembimbing II

(M. Rafiq Yanhar, S.T., M.T)

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulisan Skripsi berjudul “Produksi dan Uji Sifat Karakteristik Biodiesel dari Minyak Kemiri Sunan Menggunakan Metode Pemanas Konvensional dan Ultrasonik” ini dapat diselesaikan dengan baik. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat untuk mencapai derajat Strata 1 (S1) pada program studi Teknik Mesin di Universitas Islam Sumatera Utara. Dalam Penelitian ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang Tua tersayang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materi, doa, dan kasih sayang. Dan kepada seluruh keluarga penulis yang telah memberi doa dan dukungan.
2. Bapak Ir. Muksin R Harahap, S.Pd., M.T, Selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Sumatera Utara
3. Bapak Ir. Muslih Nasution, M.T selaku dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan pengarahan serta dukungan dalam penyelesaian penulisan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan.
4. Bapak M.Rafiq Yanhar, S.T., M.T selaku Pembimbing II penulis yang telah memberikan pengarahan serta dukungan dalam penyelesaian laporan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan kesehatan dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan.
5. Semua rekan-rekan mahasiswa UISU dan POLMED yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan dan wawasan bagi pembaca.

Medan, Mei 2024

Penulis

**Muhammad Wahyudi Siregar**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
CATATAN ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Bahan Baku.....	7
2.1.1 Minyak Kemiri Sunan.....	7
2.1.2. Metanol (CH <sub>3</sub> OH).....	7
2.1.3 Katalis .....	8
2.2 Biodiesel .....	10
2.4 Esterifikasi dan Transesterifikasi.....	12
2.4 Spesifikasi Sifat- sifat Biodiesel .....	13
BAB 3 METODOLOGI.....	17

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan.....	26
3.3 Model Penelitian .....	26
3.4 Rancangan Penelitian.....	26
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	27
3.5.1 Proses Pembuatan Biodiesel .....	28
3.6 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Sifat Fisikokimia Biodiesel <i>Reutealis trisperma</i> (Kemiri Sunan) dibandingkan dengan Biodiesel Lainnya .....	32
4.3 Pengaruh Proses Transesterifikasi terhadap Viskositas vs Waktu.....	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	38
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	42
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	42



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Sifat-sifat biodiesel sesuai ASTM dan EN (A. Silitonga, Masjuki, Mahlia, Ong, Atabani, et al., 2013).....	16
Tabel 3. 2 Properties biodiesel Minyak Biji Kemiri .....	31
Tabel 4. 1 Sifat fisikokimia biodiesel <i>Reutealis trisperma</i> dan biodiesel lainnya.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kalisifikasi bahan baku biodiesel.....	11
Gambar 2. 2 Reaksi esterifikasi dan reaksi transesterifikasi.....	13
Gambar 2. 3 Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi .....	13
Gambar 3. 1 <i>Double jacketed glass reactor</i> .....	17
Gambar 3. 2 Teknologi Produksi Biodiesel secara Konvensional dan Ultrasonik .....	18
Gambar 3.3 <i>Digital Analitical Balance</i> .....	19
Gambar 3. 4 <i>Fume Hood</i> .....	19
Gambar 3. 5 <i>Rotary Evaporator</i> .....	20
Gambar 3. 6 Vacuum pump .....	20
Gambar 3. 7 Termometer air.....	20
Gambar 3. 8 Corong pyrex.....	21
Gambar 3. 9 Gelas Beaker .....	21
Gambar 3. 10 Gelas Ukur.....	21
Gambar 3. 11 Corong Pemisah .....	22
Gambar 3. 12 Rapidoxy 100 .....	22
Gambar 3. 13 <i>Stabinger Viscometer</i> .....	23
Gambar 3. 14 <i>ECH Titrator</i> .....	24
Gambar 3. 15 <i>Pensky Martens Flash Point Tester</i> .....	25
Gambar 3. 16 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 3. 17 Proses <i>degumming</i> .....	28
Gambar 4. 1 Pengaruh proses esterifikasi waktu terhadap nilai asam .....	34
Gambar 4. 2 Pengaruh proses transesterifikasi terhadap viskositas.....	35

## DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
EN	: <i>European Standard</i>
KOH	: <i>Pottasium Hidrokside</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: <i>Sulfurid Acid</i>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	: <i>Asam Fosfat</i>
RTME	: <i>Reutealis trisperma methyl ester</i>

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. H. Y. S., Hanapi, N. H. M., Azid, A., Umar, R., Juahir, H., Khatoon, H., & Endut, A. (2017). A review of biomass-derived heterogeneous catalyst for a sustainable biodiesel production. *Renewable and sustainable energy reviews*, *70*, 1040-1051.
- Abukhadra, M. R., & Sayed, M. A. (2018). K<sup>+</sup> trapped kaolinite (Kaol/K<sup>+</sup>) as low cost and eco-friendly basic heterogeneous catalyst in the transesterification of commercial waste cooking oil into biodiesel. *Energy Conversion and Management*, *177*, 468-476.
- Afrianto, R. (2014). *Sintesis Biodiesel Sawit melalui Reaksi Interesterifikasi Menggunakan Katalis Enzim Lipase Terimobilisasi: Kajian Penggunaan Ulang (Recycle) Enzim sebagai Katalis*. Universitas Sumatera Utara,
- Aghbashlo, M., Tabatabaei, M., Amid, S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Khoshnevisan, B., & Kianian, G. (2020). Life cycle assessment analysis of an ultrasound-assisted system converting waste cooking oil into biodiesel. *Renewable energy*, *151*, 1352-1364.
- Ambat, I., Srivastava, V., & Sillanpää, M. (2018). Recent advancement in biodiesel production methodologies using various feedstock: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *90*, 356-369.
- Amini, Z., Ilham, Z., Ong, H. C., Mazaheri, H., & Chen, W.-H. (2017). State of the art and prospective of lipase-catalyzed transesterification reaction for biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, *141*, 339-353.
- Andrade-Tacca, C. A., Chang, C.-C., Chen, Y.-H., Manh, D.-V., & Chang, C.-Y. (2014). Esterification of jatropha oil by sequential ultrasonic irradiation with auto-induced temperature rise and dosing of methanol and sulfuric acid catalyst. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, *45*(4), 1523-1531.
- Ashok, B., Nanthagopal, K., Darla, S., Chyuan, O. H., Ramesh, A., Jacob, A., . . . Geo, V. E. (2019). Comparative assessment of hexanol and decanol as oxygenated additives with calophyllum inophyllum biodiesel. *Energy*, *173*, 494-510.
- Ashok, B., Raj, R. T. K., Nanthagopal, K., Tapaswi, A., Jindal, A., & Subbish, S. H. (2016). Animal fat methyl ester as a fuel substitute for DI compression ignition engine. *Int. J. Thermodyn*, *19*(4), 206-212.
- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Badruddin, I. A., Mahlia, T., Masjuki, H., & Mekhilef, S. (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and sustainable energy reviews*, *16*(4), 2070-2093.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2020). *Outlook Energi Indonesia 2020*. Jakarta.
- Chia, S. R., Ong, H. C., Chew, K. W., Show, P. L., Phang, S.-M., Ling, T. C., . . . Chang, J.-S. (2018). Sustainable approaches for algae utilisation in bioenergy production. *Renewable energy*, *129*, 838-852.
- Chong, C. T., Mong, G. R., Ng, J.-H., Chong, W. W. F., Ani, F. N., Lam, S. S., & Ong, H. C. (2019). Pyrolysis characteristics and kinetic studies of horse

- manure using thermogravimetric analysis. *Energy Conversion and Management*, 180, 1260-1267.
- Dharma, S., Masjuki, H., Ong, H. C., Sebayang, A., Silitonga, A., Kusumo, F., & Mahlia, T. (2016). Optimization of biodiesel production process for mixed *Jatropha curcas*–*Ceiba pentandra* biodiesel using response surface methodology. *Energy Conversion and Management*, 115, 178-190.
- Dwivedi, G., Jain, S., & Sharma, M. (2013). Diesel engine performance and emission analysis using biodiesel from various oil sources–Review. *J. Mater. Environ. Sci*, 4(4), 434-447.
- Encinar, J., González, J., & Pardal, A. (2012). Transesterification of castor oil under ultrasonic irradiation conditions. Preliminary results. *Fuel processing technology*, 103, 9-15.
- Ge, J. C., Kim, H. Y., Yoon, S. K., & Choi, N. J. (2018). Reducing volatile organic compound emissions from diesel engines using canola oil biodiesel fuel and blends. *Fuel*, 218, 266-274.
- Gupta, A. R., & Rathod, V. K. (2018). Calcium diglyceroxide catalyzed biodiesel production from waste cooking oil in the presence of microwave: Optimization and kinetic studies. *Renewable Energy*, 121, 757-767.
- Holilah, H., Prasetyoko, D., Oetami, T. P., Santosa, E. B., Zein, Y. M., Bahruji, H., . . . Juwari, J. (2015). The potential of *Reutealis trisperma* seed as a new non-edible source for biodiesel production. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 5, 347-353.
- Knothe, G., & Razon, L. F. (2017). Biodiesel fuels. *Progress in Energy and Combustion Science*, 58, 36-59.
- Kumar, M. S., & Jaikumar, M. (2014). A comprehensive study on performance, emission and combustion behavior of a compression ignition engine fuelled with WCO (waste cooking oil) emulsion as fuel. *Journal of the Energy Institute*, 87(3), 263-271.
- Maghami, M., Sadrameli, S., & Ghobadian, B. (2015). Production of biodiesel from fishmeal plant waste oil using ultrasonic and conventional methods. *Applied Thermal Engineering*, 75, 575-579.
- Mahlia, T., Syazmi, Z., Mofijur, M., Abas, A. P., Bilad, M., Ong, H. C., & Silitonga, A. (2020). Patent landscape review on biodiesel production: Technology updates. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 118, 109526.
- Mallah, T. A., & Sahito, A. R. (2020). Optimization of castor and neem biodiesel blends and development of empirical models to predicts its characteristics. *Fuel*, 262, 116341.
- Mardhiah, H. H., Ong, H. C., Masjuki, H., Lim, S., & Lee, H. (2017). A review on latest developments and future prospects of heterogeneous catalyst in biodiesel production from non-edible oils. *Renewable and sustainable energy reviews*, 67, 1225-1236.
- Marri, V. B., Kotha, M. M., & Gaddale, A. P. R. (2022). Production process optimisation of *Sterculia foetida* methyl esters (biodiesel) using response surface methodology. *International Journal of Ambient Energy*, 43(1), 1837-1846.

- Mishra, S., Bukkarapu, K. R., & Krishnasamy, A. (2021). A composition based approach to predict density, viscosity and surface tension of biodiesel fuels. *Fuel*, 285, 119056.
- Mofijur, M., Atabani, A., Masjuki, H. a., Kalam, M., & Masum, B. (2013). A study on the effects of promising edible and non-edible biodiesel feedstocks on engine performance and emissions production: a comparative evaluation. *Renewable and sustainable energy reviews*, 23, 391-404.
- Mohadesi, M., Aghel, B., Maleki, M., & Ansari, A. (2019). Production of biodiesel from waste cooking oil using a homogeneous catalyst: Study of semi-industrial pilot of microreactor. *Renewable Energy*, 136, 677-682.
- Naik, B. D., & Udayakumar, M. (2021). Optimization studies on esterification of waste cooking oil using sulfated montmorillonite clay acidic catalyst. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9855-9861.
- Naveen, S., Gopinath, K. P., Malolan, R., Ramesh, S. J., Aakriti, K., & Arun, J. (2020). Novel solar parabolic trough collector cum reactor for the production of biodiesel from waste cooking oil using calcium oxide catalyst derived from seashells waste. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 157, 108145.
- Ong, H. C., Milano, J., Silitonga, A. S., Hassan, M. H., Wang, C.-T., Mahlia, T. M. I., . . . Sutrisno, J. (2019). Biodiesel production from Calophyllum inophyllum-Ceiba pentandra oil mixture: Optimization and characterization. *Journal of Cleaner Production*, 219, 183-198.
- Riayatsyah, T. M. I., Thaib, R., Silitonga, A. S., Milano, J., Shamsuddin, A. H., Sebayang, A. H., . . . Mahlia, T. M. I. (2021). Biodiesel production from Reutealis trisperma oil using conventional and ultrasonication through esterification and transesterification. *Sustainability*, 13(6), 3350.
- Silitonga, A., Masjuki, H., Mahlia, T., Ong, H., Atabani, A., & Chong, W. (2013). A global comparative review of biodiesel production from jatropha curcas using different homogeneous acid and alkaline catalysts: Study of physical and chemical properties. *Renewable and sustainable energy reviews*, 24, 514-533.
- Silitonga, A., Masjuki, H., Mahlia, T., Ong, H., Chong, W., & Boosroh, M. (2013). Overview properties of biodiesel diesel blends from edible and non-edible feedstock. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 346-360.
- Silitonga, A. S., & Ibrahim, H. (2020). *Buku Ajar Energi Baru Dan Terbarukan*: Deepublish.
- Silitonga, A. S., Shamsuddin, A. H., Mahlia, T. M. I., Milano, J., Kusumo, F., Siswanto, J., . . . Ong, H. C. (2020). Biodiesel synthesis from Ceiba pentandra oil by microwave irradiation-assisted transesterification: ELM modeling and optimization. *Renewable energy*, 146, 1278-1291.
- Soegiantoro, G. H., Chang, J., Rahmawati, P., Christiani, M. F., & Mufrodi, Z. (2019). Home-made eco green biodiesel from chicken fat (CIAT) and waste cooking oil (PAIL). *Energy Procedia*, 158, 1105-1109.
- Stojković, I. J., Stamenković, O. S., Povrenović, D. S., & Veljković, V. B. (2014). Purification technologies for crude biodiesel obtained by alkali-catalyzed transesterification. *Renewable and sustainable energy reviews*, 32, 1-15.

- Suherman, S., Sabri, M., Silitonga, A. S., & Suroso, B. (2022). Pengaruh Perbedaan Jumlah Katalis terhadap Angka Yield pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Sisa Menggunakan Pemanas Double Jacket. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 113-120.
- Sundaramahalingam, M., Karthikumar, S., Kumar, R. S., Samuel, K. J., Shajahan, S., Sivasubramanian, V., . . . Marraiki, N. (2021). An intensified approach for transesterification of biodiesel from *Annona squamosa* seed oil using ultrasound-assisted homogeneous catalysis reaction and its process optimization. *Fuel*, 291, 120195.
- T PALILU, P. (2019). *Skrining Khamir Osmofilik Penghasil Enzim Lipase Sebagai Katalis Dalam Sintesis Biodiesel*. Universitas Gadjah Mada,
- Takase, M., Feng, W., Wang, W., Gu, X., Zhu, Y., Li, T., . . . Wu, X. (2014). *Silybum marianum* oil as a new potential non-edible feedstock for biodiesel: A comparison of its production using conventional and ultrasonic assisted method. *Fuel processing technology*, 123, 19-26.
- Topare, N. S., & Patil, K. D. (2021). Biodiesel from waste cooking soybean oil under ultrasonication as an alternative fuel for diesel engine. *Materials Today: Proceedings*, 43, 510-513.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

