



UNIVERSITAS NEGERI PADANG

"Alam Takambang Jadi Guru"

TUGAS AKHIR - MSN1.62.8002

**PENGARUH ABU LIMBAH BOILER TERHADAP KONVERSI MINYAK
SAWIT MENJADI BIODIESEL**

**Bayu Rahmat
NIM 19338025**

**Dosen Pembimbing
Sri Rizki Putri Primandari, M.T., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Padang
2024**

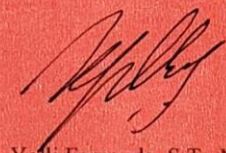
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Pengaruh Abu Limbah Boiler Terhadap Konversi Minyak
Sawit Menjadi Biodiesel
Nama : Bayu Rahmat
NIM : 19338025
Tahun Masuk : 2019
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 30 Januari 2024

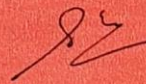
Disetujui oleh,

Koordinator Program Studi
S1 Teknik Mesin



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197607062003121001

Pembimbing



Sri Rizki Putri Primandari, M.T.,
Ph.D.
NIDN. 0006038304



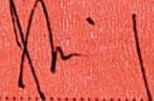
PENGESAHAN TUGAS AKHIR

*Dinyatakan lulus setelah mempertahankan Tugas Akhir di depan tim penguji
Program Studi S1 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.*

Judul : Pengaruh Abu Limbah Boiler Terhadap Konversi Minyak
Sawit Menjadi Biodiesel
Nama : Bayu Rahmat
NIM : 19338025
Tahun Masuk : 2019
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 30 Januari 2024

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua: Sri Rizki Putri Primandari, M.T., Ph.D	
2. Anggota: Dr. Waskito, M.T	
3. Anggota: Hendri Nurdin, M.T	

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulisan saya, Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Abu Limbah Boiler Terhadap Konversi Minyak Sawit Menjadi Biodiesel”
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari tim pembimbing dan penguji.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila ada dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 30 Januari 2024
Saya yang menyatakan,



Bayu Rahmat
NIM 19338025

ABSTRAK

Bayu Rahmat,2024. Pengaruh Abu Limbah Boiler Terhadap Konversi Minyak Sawit Menjadi Biodiesel. Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Biodiesel merupakan salah satu opsi dari berbagai macam energi alternatif untuk menggantikan peranan minyak solar atau minyak bumi. Menggunakan bahan dasar yaitu minyak sawit yang dapat diperbaharui dan lebih ramah lingkungan. Katalis yang umum digunakan saat ini adalah katalis homogen yang diproduksi dan memiliki dampak negatif jika zat sisanya terlalu banyak. Abu limbah boiler saat ini belum banyak pemanfaatannya sehingga banyak terbuang menjadi limbah saja dan diketahui abu limbah boiler tersebut bersifat basa dan memiliki kandungan zat basa sehingga bisa menjadi katalis heterogen menggantikan katalis homogen. Pada tahap transesterifikasi ini diberikan dua macam *treatment* yaitu variasi suhu dan konsentrasi katalis untuk melihat perbandingan terbaik dari beberapa jenis sampel tersebut. Tahap transesterifikasi menggunakan rasio minyak dan metanol 1:1 dan penambahan KOH sebesar 1%. Hasil tahap tersebut menghasilkan biodiesel dengan karakteristik yaitu densitas yang berkisar antara 854-859 Kg/m³ dan viskositas pada rentang 3,32-4,47mm^s/s yang memenuhi standar biodiesel SNI. Dari penelitian tersebut bisa diambil kesimpulan bahwa abu limbah boiler memiliki potensi sebagai katalis heterogen dalam pembuatan biodiesel menggantikan katalis homogen dan menambah pengolahan limbah boiler sawit.

Kata Kunci : Biodiesel, Katalis basa heterogen, Abu limbah boiler, Uji densitas, Uji viskositas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu lahir dan batin untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGARUH ABU LIMBAH BOILER TERHADAP KONVERSI MINYAK SAWIT MENJADI BIODIESEL”** yang merupakan salah satu dari persyaratan yang dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis belum tentu dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan dan keselamatan kepada penulis.
2. Bapak Junaidi dan Ibu Suryetti sebagai orang tua, Bang Johnny, Kak Yenny, Bang Donny, dan Bang Raymond yang selalu mendoakan dan memberi dukungan materi dan moril agar penulis selalu sanggup untuk menempuh pendidikan hingga menyelesaikannya.
3. Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Prodi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Dr. Ir Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc selaku dosen penasehat akademis yang telah membimbing dan membantu penulis dalam bidang akademis hingga penulis menyusun tugas akhir.
6. Sri Rizki Putri Primandari, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini dari awal hingga saat ini.

7. Dr. Waskito, M.T sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Hendri Nurdin, M.T sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
9. Dosen dan beserta Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing penulis selama masa kuliah.
10. Feby Berliana Difa sebagai teman hidup yang telah mendampingi, membantu, dan selalu mendukung penulis baik secara materi atau moril agar tidak selalu menyerah, semoga kehidupan kita lancar selalu kedepannya.
11. Fikri Naufal Arman sebagai rekan satu dosen pembimbing yang telah banyak membantu penulis selama mengerjakan tugas akhir dari awal hingga selesai.
12. Muhammad Rafli Sandrian sebagai teman dekat yang selalu menjadi tempat bercanda riang dan selalu ingat untuk tidak meninggalkan kewajiban sebagai mahasiswa.
13. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri padang.
14. Semua pihak yang tidak di sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Walaupun demikian, penulis sangat menyadari masih banyaknya kekurangan pada tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tercapai nya kesempurnaan pada penelitian ini.

Padang, 30 Januari 2024

Penulis

Bayu Rahmat

NIM. 19338025

DAFTAR ISI

	Hal
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Minyak Sawit	5
B. Biodiesel dan Pemanfaatannya.....	6
C. Abu Limbah Boiler Sawit.....	9
D. Reaksi Transesterifikasi	11
E. Katalis Basa Heterogen	15
F. Uji Densitas.....	16
G. Uji Viskositas	17
H. Kebaruan Penelitian.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Jenis Penelitian	23

B. Waktu dan Tempat Dilaksanakan	23
C. Metode Penelitian	23
D. Variabel Penelitian.....	24
E. Diagram Alir	26
F. Alat dan Bahan Penelitian.....	27
G. Pembuatan Biodiesel.....	31
H. Skema Proses Pembuatan Biodiesel	33
I. Analisis Uji Densitas dan Viskositas	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Hasil Pembuatan Biodiesel	38
B. Hasil Pengujian Densitas Biodiesel	41
C. Hasil Pengujian Viskositas Biodiesel	44
BAB V KESIMPULAN	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Minyak Sawit.....	6
Gambar 2. Abu Limbah Boiler Sawit.....	9
Gambar 3. Reaksi transesterifikasi menggunakan metanol.....	12
Gambar 4. Langkah-langkah perubahan trigliserida menjadi FAME.....	12
Gambar 5. Diagram Alir.....	26
Gambar 6. Gelas Kimia.....	27
Gambar 7. Labu Leher Tiga.....	27
Gambar 8. Magnetic Stirrer.....	28
Gambar 9. Kondensator Refluks.....	28
Gambar 10. Termometer.....	29
Gambar 11. Hot Plate.....	29
Gambar 12. Minyak Sawit.....	30
Gambar 13. Abu Boiler Sawit.....	30
Gambar 14. Metanol.....	31
Gambar 15. Diagram Persiapan Abu Limbah.....	31
Gambar 16. Diagram Persiapan Proses Transesterifikasi.....	33
Gambar 17. Diagram sampel biodiesel yang telah disentrifugasi	33
Gambar 18. Skema Proses Transesterifikasi Biodiesel	34
Gambar 19. Piknometer.....	36
Gambar 20. Viskometer Ostwald.....	37
Gambar 21. Biodiesel 1%, 2%, dan 3% pada suhu 50°C.....	39
Gambar 22. Biodiesel 1%, 2% dan 3% pada suhu 55°C.....	39
Gambar 23. Biodiesel 1%, 2%, dan 3% pada suhu 60°C.....	40

Gambar 24. Grafik Uji Densitas.....	42
Gambar 25. Grafik Uji Viskositas.....	44

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Standar Biodiesel Berdasarkan SNI 04-7182-2015.....	8
Tabel 2. Kandungan Abu Limbah Boiler Sawit.....	11
Tabel 3. Rancangan Penelitian.....	34
Tabel 4. Variasi Rancangan Biodiesel.....	38
Tabel 5. Data Hasil Pengujian Densitas dan Viskositas.....	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengembangan akan energi alternatif terbarukan sebagai energi pengganti yang berasal dari bahan bakar fosil semakin meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu dari energi terbarukan tersebut adalah bahan bakar yang berasal dari minyak nabati atau disebut biodiesel. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi emisi gas yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi menjadi energi. Dengan pengembangan biodiesel ini akan menjadi salah satu langkah untuk mewujudkan program pemerintah dalam mencapai kondisi *net zero emission* di tahun 2060.

Proses pembuatan biodiesel dimulai dari transesterifikasi dari minyak nabati dengan bantuan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH. Katalis homogen tersebut memudahkan terjadinya reaksi transesterifikasi (Duarte dkk., 2016). Dengan pemakaian katalis basa kuat yang dilarutkan pada metanol bisa membentuk akil ester dengan persentase 90-95%. Pemakaian minyak nabati secara langsung untuk bahan bakar mesin diesel memiliki hambatan karena tingginya nilai viskositas minyak nabati (11-17 kali lebih besar dari bahan bakar solar), terdapatnya asam lemak bebas dan volatilitas yang rendah (Schuchardt dkk., 1998). Hal ini mengakibatkan kurang sempurnanya pembakaran dan membentuk deposit pada ruang bakar. Untuk mengatasi hal itu minyak nabati harus diturunkan viskositasnya dengan mengubah ke bentuk lain, menghilangkan asam lemak bebas dan meningkatkan volatilitas.

Pembuatan biodiesel pada umumnya menggunakan katalis basa homogen seperti NaOH dan KOH karena basa homogen tersebut memiliki kemampuan katalisator yang lebih tinggi dibanding katalis lainnya. Tetapi penggunaan katalis ini mempunyai kelemahan yaitu pemisahan dari campuran reaksi yang sulit dipisahkan yang menyebabkan tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan terbuang menjadi limbah yang dapat mencemarkan lingkungan (Alfi Hasan., 2019) Hal tersebut bisa diatasi dengan penggunaan katalis heterogen yang memiliki potensi untuk proses produksi yang lebih ekonomis karena katalis heterogen memiliki sifat dapat digunakan kembali (*reusable*)(Suppes et al., 2004).

Abu limbah boiler sawit yang memiliki sifat basa dapat menjadi salah satu dari katalis biodiesel. Katalis basa heterogen adalah katalis yang ramah lingkungan karena dapat didaur ulang, sedikitnya limbah yang dihasilkan, dan bisa mengurangi masalah pada korosi (Wijaya dkk. 2016). Dan juga abu limbah boiler mengandung unsur Kalium sebesar 30% (Balonggu Siagian dkk. 2014). Pada saat sekarang penggunaan abu boiler telah digunakan dalam berbagai macam bidang namun masih belum dimanfaatkan secara optimal.

Alasan dilakukan penelitian ini adalah untuk memberikan opsi tambahan katalis heterogen untuk mengganti katalis homogen yang bisa mencemarkan lingkungan. Katalis heterogen sendiri umumnya dapat diperoleh dari bahan-bahan sisa atau limbah yang memungkinkan limbah sisa tersebut dapat diolah dan dikurangi. Penelitian ini juga memperlihatkan seberapa pengaruh penggunaan abu limbah boiler untuk

dijadikan katalis pembuatan biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan akan diuji karakteristiknya sesuai nilai acuan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk melihat apakah biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Sementara pada bidang teknik mesin penelitian ini bertujuan untuk memberikan langkah dalam melakukan diversifikasi energi untuk mengembangkan energi terbarukan yaitu pada bidang *biofuel*.

Beberapa penelitian yang relevan seperti penelitian Umei Latifah Azzahro (2021) menghasilkan biodiesel dengan katalis cangkang kerang dara 4% pada suhu 70°C dan waktu reaksi 70 menit. Penelitian Altaera Yuha Syahputri (2020) menggunakan katalis cangkang telur ayam 4% pada suhu 60°C dan waktu reaksi 130 menit. Penelitian Isalmi Aziz (2011) menyimpulkan bahwa proses pembuatan biodiesel bisa dilakukan dengan cara transesterifikasi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah:

1. Katalis pembuatan biodiesel umumnya adalah katalis homogen yang mempunyai kelemahan tidak dapat digunakan kembali dan berpotensi mencemari lingkungan.
2. Biodiesel yang dihasilkan haruslah sesuai dengan standar biodiesel SNI.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penggunaan abu limbah boiler sebagai katalis heterogen untuk pembuatan biodiesel.
2. Standar karakteristik biodiesel yang diujikan yaitu densitas dan viskositas.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh abu boiler menjadi limbah yang pemanfaatannya dapat dioptimalkan?
2. Bagaimana karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari penggunaan abu limbah boiler meliputi densitas dan viskositas?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh abu limbah boiler terhadap konversi minyak sawit menjadi biodiesel.
2. Mengetahui karakteristik biodiesel yang dihasilkan dengan katalis abu limbah boiler

F. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan baru bagi penulis dan masyarakat tentang penggunaan abu boiler sebagai bahan pembuatan biodiesel.

2. Sebagai referensi bagi penulis yang akan mengkaji dan melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel.
3. Memberikan opsi baru dalam penggunaan katalis basa heterogen dalam pembuatan biodiesel.
4. Memberikan pilihan penggunaan biodiesel dalam usaha memberikan varian energi baru (diversifikasi energi).

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, proses transesterifikasi minyak sawit menjadi biodiesel dan pengujian karakteristik yang dilakukan menghasilkan produk biodiesel yang cukup sesuai dengan ketentuan SNI.

1. Data pengujian densitas menunjukkan bahwa nilai viskositas biodiesel yang diperoleh berkisar pada rentang 854-860 Kg/m³, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Hasil dari pengujian viskositas kinematik juga sesuai dengan SNI yaitu pada rentang 3,32-4,47mm²/s. Hasil tersebut menyimpulkan bahwa penggunaan abu limbah boiler sebagai katalis heterogen untuk proses transesterifikasi biodiesel dapat menjadi opsi dalam mengurangi penggunaan katalis homogen.
2. Variabel biodiesel yang dihasilkan seluruhnya secara karakteristik memenuhi nilai standar densitas dan viskositas yang ditentukan SNI. Pada variabel ke-7 dengan suhu 50°C dan kadar 3%, menghasilkan densitas yang tidak terlalu tinggi pada 859Kg/m³ dan viskositas yang cukup rendah pada 3,32mm²/s, dengan tambahan KOH 1% dan waktu reaksi 60 menit. Hal yang paling berpengaruh pada konversi minyak sawit ini adalah konsentrasi dari katalis yaitu 3% dari 3 variasi suhu yang menghasilkan 9 variabel percobaan.

B. Saran

Penelitian menggunakan abu limbah boiler ini masih dalam tahap penelitian awal dikarenakan penggunaan abu limbah boiler sebagai katalis baru pada penelitian ini dan tidak menutup kemungkinan adanya pengembangan dan inovasi. Rekomendasi dari penelitian ini bisa dengan mengurangi jumlah kadar KOH sebagai campuran dengan abu limbah boiler dan dibutuhkan penyesuaian waktu reaksi, massa katalis, dan rasio metanol dengan minyak sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Astrie, D. A. (2017). *Analisa Kualitas Crude Palm Oil(CPO) dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Tree Diagram di PT.Johan Sentosa Bangkinang*. *Jurnal Surya Teknika*, 5(2), 57-62.
- Abdurrojaq, Nurmajid. Rossy, D, Devitasari. Lies, Aisyah. Nur, A. Faturrahman, Saepul, Bahtiar. Widi, Sujarwati. Cahyo, S, Wibowo. Riesta, Anggarani. Maymuchar. (2021). Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pada Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi Jakarta*. Vol. 55 No.1 47-55.
- American Standart Technical Material*. (2017). *Standart Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products*.
- American Standart Technical Material*. (2004). *Standart Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids*.
- Aziz, Isalmi. Siti, Nurbayati, Badrul Ulum. (2011). *Pembuatan Produk Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Cara Esterifikasi Dan Transesterifikasi*. Program Studi Kimia, FST UIN Syarif Hidayatullah. Vol. 2(3) 443-448.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *STATISTIK KELAPA SAWIT INDONESIA 2021*. <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/254ee6bd32104c00437a4a61/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2021.html>.
- Brennan, L., & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 557–577.
- Conley, Shawn P. (2012). *What is Biodiesel*. *Bio Energy*.
- Duffield, J. A. (2007). *Biodiesel: Production and Economic Issues*. *Inhalation Toxicology*, 19(12), 1029–1031.
- Endriani, Debby. (2012). *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung dan Kuat Tekan Pada Tanah Lempung Ditinjau Dari Uji UCT Dan CBR Laboratorium*. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Gemilar, Muhammad, Ihsan. (2022). *“Pemanfaatan Limbah Abu Boiler Kepala Sawit Terhadap Perubahan Nilai pH dan Kadar Logam(Fe, Mn) Pada Air Asam Tambang”*. S2 Thesis, Universitas Jambi.