

PEMANFAATAN SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI KATALIS HETEROGEN UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK CURAH MELALUI TRANSESTERIFIKASI DENGAN MICROWAVE

FAUZIYYAH SETIANINGRUM



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Katalis Heterogen untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Curah melalui Transesterifikasi dengan *Microwave*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Fauziyyah Setianingrum
F1401221003



ABSTRAK

FAUZIYYAH SETIANINGRUM. Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Katalis Heterogen untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Curah melalui Transesterifikasi dengan *Microwave*. Dibimbing oleh EDY HARTULISTIYOSO dan OBIE FAROBIE.

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil mendorong pengembangan energi terbarukan, salah satunya biodiesel dari minyak curah menggunakan katalis heterogen berbasis limbah biomassa. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi rasio molar metanol terhadap minyak curah (3:1, 6:1, dan 9:1) serta waktu reaksi transesterifikasi (10, 15, 20, 25, dan 30 menit) terhadap mutu biodiesel, serta mengkaji potensi serat sabut kelapa sebagai katalis heterogen melalui transesterifikasi dengan *microwave*. Katalis disiapkan melalui kalsinasi pada suhu 600°C selama 4 jam dan impregnasi larutan KOH 10%. Karakterisasi katalis dilakukan menggunakan FTIR, SEM, SEM-EDX, BET, dan XRD. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa impregnasi KOH berhasil memodifikasi permukaan abu secara kimiawi, meningkatkan gugus O–H aktif, kandungan kalium hingga 11,87%, serta membentuk fasa K₂O dan K₂CO₃ baru yang berperan sebagai situs basa aktif. Rendemen biodiesel tertinggi sebesar 88,16% diperoleh pada rasio 6:1 dengan waktu 15 menit. Seluruh sampel memenuhi standar SNI 7182:2024 untuk parameter angka asam (0,27–0,37 mg-KOH/g) dan kadar metil ester (97,08–98,63%), sementara parameter massa jenis dan gliserol total sebagian besar belum memenuhi standar. Perlakuan terbaik berdasarkan metode indeks efektivitas De Garmo adalah rasio 9:1 dengan waktu 15 menit (Total NH = 0,795).

Kata kunci: biodiesel, katalis heterogen, minyak curah, serat sabut kelapa, transesterifikasi menggunakan *microwave*

ABSTRACT

FAUZIYYAH SETIANINGRUM. Utilization of Coconut Coir as Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production from Bulk Cooking Oil via Transesterification using *Microwave*. Supervised by EDY HARTULISTIYOSO and OBIE FAROBIE.

Dependence on fossil fuels has driven the development of renewable energy, including biodiesel from bulk cooking oil using biomass-derived heterogeneous catalysts. This study aimed to analyze the effect of methanol-to-oil molar ratio (3:1, 6:1, and 9:1) and transesterification reaction time (10, 15, 20, 25, and 30 minutes) on biodiesel quality, and to evaluate the potential of coconut coir fiber as a heterogeneous catalyst in transesterification using microwave. The catalyst was prepared through calcination at 600°C for 4 hours followed by impregnation with 10% KOH solution. Catalyst characterization was performed using FTIR, SEM, SEM-EDX, BET, and XRD analyses. Results showed that KOH impregnation successfully modified the ash surface chemically, increasing active O–H groups, potassium content up to 11.87%, and forming new K₂O and K₂CO₃ phases as basic active sites. The highest biodiesel yield of 88.16% was obtained at a 6:1 ratio with 15 minutes reaction time. All samples met SNI 7182:2024 standards for acid number (0.27–0.37 mg-KOH/g) and methyl ester content (97,08–98,63%), while density and total glycerol mostly did not meet the standard. The best treatment identified by the De Garmo effectiveness index method was a 9:1 ratio with 15 minutes reaction time (Total NH = 0.795).

Keywords: biodiesel, bulk cooking oil, coconut coir, heterogeneous catalyst, microwave-assisted transesterification



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PEMANFAATAN SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI KATALIS HETEROGEN UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK CURAH MELALUI TRANSESTERIFIKASI DENGAN *MICROWAVE*

FAUZIYYAH SETIANINGRUM

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si
- 2 Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Katalis Heterogen untuk
Produksi Biodiesel dari Minyak Curah melalui Transesterifikasi
dengan *Microwave*

Nama : Fauziyyah Setianingrum

NIM : F1401221003

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr



Pembimbing 2:

Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr

NIP 196304251989031001



Tanggal Ujian:
6 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Agustus 2025 sampai bulan April 2026 dengan judul “Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa sebagai Katalis Heterogen untuk Produksi Biodiesel dari Minyak Curah melalui Transesterifikasi dengan *Microwave*” Karya ilmiah ini dapat terselesaikan karena bantuan dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr. dan Bapak Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penelitian berlangsung hingga terselesaikannya penyusunan karya ilmiah ini.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si selaku dosen penguji dan Bapak Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr selaku moderator yang telah berkenan untuk memberikan penilaian, saran, serta masukan yang bersifat konstruktif dan membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini menjadi lebih baik
3. Bapak Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc.Agr. selaku Kepala Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC) IPB University, serta Ibu Dr. Neli Muna, S.T.P., M.Si. dan seluruh staf SBRC yang telah memberikan izin, kemudahan akses, serta memfasilitasi seluruh kebutuhan selama pelaksanaan penelitian ini berlangsung.
4. Seluruh dosen dan tenaga teknis Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan dukungan selama masa studi penulis. Terima kasih khususnya kepada Bapak Angga Permana selaku teknis Laboratorium Teknik Energi Terbarukan yang telah memberikan bantuan teknis dan operasional selama kegiatan penelitian berlangsung.
5. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan dukungan berupa penyediaan fasilitas riset, peralatan laboratorium, serta ilmu pengetahuan yang sangat menunjang kelancaran pelaksanaan penelitian ini dari awal hingga akhir.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan selama perjalanan penelitian ini, yaitu Ainurnadhifa dan Silvy, serta seluruh rekan-rekan “SM Daily” yang senantiasa hadir memberikan semangat dan keceriaan. Terima kasih besarnya juga penulis haturkan kepada Nadita dan Thaariq yang telah menemani hari-hari penyusunan karya ilmiah ini di LSI.
7. Teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem Angkatan 59 Vermilion yang telah memberikan bantuan, dukungan, kerja sama, serta semangat kebersamaan yang selalu diberikan selama proses penyusunan karya ilmiah ini hingga selesai.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Fauziyyah Setianingrum

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biodiesel	4
2.2 Katalis Heterogen	5
2.3 Serat Sabut Kelapa	7
2.4 Transesterifikasi dengan <i>Microwave</i>	9
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Analisis Data	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Analisis Karakteristik Minyak Curah	22
4.2 Analisis Data FTIR Katalis Serat Sabut Kelapa	23
4.3 Analisis Data SEM Katalis Serat Sabut Kelapa	27
4.4 Analisis Data SEM-EDX Katalis Serat Sabut Kelapa	30
4.5 Analisis Data BET Katalis Serat Sabut Kelapa	34
4.6 Analisis Data XRD Katalis Serat Sabut Kelapa	38
4.7 Pengaruh Rasio Metanol dan Waktu Transesterifikasi terhadap Rendemen Biodiesel	41
4.8 Pengaruh Rasio Metanol dan Waktu Transesterifikasi terhadap Massa Jenis Biodiesel	44
4.9 Pengaruh Rasio Metanol dan Waktu Transesterifikasi terhadap Angka Asam Biodiesel	47
4.10 Pengaruh Rasio Metanol dan Waktu Transesterifikasi terhadap Kadar Gliserol Total Biodiesel	49
4.11 Pengaruh Rasio Metanol dan Waktu Transesterifikasi terhadap Kadar Metil Ester (FAME) Biodiesel	51
4.12 Penentuan Perlakuan Terbaik	53
V SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Simpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59

LAMPIRAN	64
RIWAYAT HIDUP	87

DAFTAR TABEL

1	Standar mutu biodiesel	5
2	Pengembangan beragam penggunaan katalis heterogen untuk proses produksi biodiesel pada berbagai kondisi	6
3	Penelitian terdahulu produksi biodiesel melalui transesterifikasi dengan <i>microwave</i>	10
4	Matriks metode penelitian	21
5	Kondisi eksperimen	21
6	Karakteristik minyak curah	22
7	Komposisi berat elemen pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan, abu serat sabut kelapa, dan impregnasi abu serat sabut kelapa	31
8	Hasil luas permukaan, volume pori, dan diameter pori pada sampel katalis	34
9	Hasil analisis ANOVA rendemen biodiesel	43
10	Hasil analisis ANOVA massa jenis biodiesel	46
11	Hasil analisis ANOVA angka asam biodiesel	48
12	Hasil analisis ANOVA gliserol total biodiesel	50
13	Hasil analisis ANOVA kadar metil ester biodiesel	53
14	Nilai hasil (NH) perhitungan perlakuan terbaik	54
15	Rekapitulasi kesesuaian parameter mutu biodiesel terhadap SNI 7182:2024	55

DAFTAR GAMBAR

1	Reaksi esterifikasi (Hartono <i>et al.</i> 2023)	4
2	Reaksi transesterifikasi (Monde <i>et al.</i> 2019)	4
3	Diagram alir prosedur pembuatan katalis serat sabut kelapa	13
4	Diagram alir prosedur pembuatan biodiesel	14
5	Proses pembuatan katalis	16
6	Reaktor <i>microwave</i> (Saladdin 2023)	17
7	Proses pembuatan biodiesel	18
8	Analisis FTIR pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan, abu serat sabut kelapa, dan impregnasi abu serat sabut kelapa	23
9	Hasil analisis SEM perbesaran 250× pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan (a), abu serat sabut kelapa (b), dan impregnasi abu serat sabut kelapa (c)	27
10	Hasil analisis SEM perbesaran 500× pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan (a), abu serat sabut kelapa (b), dan impregnasi abu serat sabut kelapa (c)	27
11	Hasil analisis SEM perbesaran 1000× pada serat sabut kelapa tanpa perlakuan (a), abu serat sabut kelapa (b), dan impregnasi abu serat sabut kelapa (c)	28