

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN KATALIS HETEROGEN CANGKANG TELUR BURUNG PUYUH-SiO₂

SYAFIRA ISNAINI PUTRI



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- 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.

Perpustakaan IPB University



@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 LAPORAN PROYEK TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek tugas akhir dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Heterogen Cangkang Telur Burung Puyuh-SiO₂” adalah karya saya dengan arahan 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 laporan proyek tugas akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Syafira Isnaini Putri
J0412221123



@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.

ABSTRAK

SYAFIRA ISNAINI PUTRI. Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Heterogen Cangkang Telur Burung Puyuh-SiO₂. Dibimbing oleh OBIE FAROBIE.

Minyak jelantah dan cangkang telur burung puyuh berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel dan prekursor katalis heterogen. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh suhu kalsinasi katalis CaO-SiO₂ berbasis cangkang telur burung puyuh dan suhu transesterifikasi terhadap rendemen serta mutu biodiesel. Katalis disintesis melalui impregnasi basah dengan SiO₂ 20% (b/b) dan KOH 11% (b/b), kemudian dikalsinasi pada 600, 700, dan 800 °C. Reaksi transesterifikasi minyak jelantah dilakukan pada 50, 60, dan 70 °C selama 120 menit menggunakan rasio molar minyak:metanol 1:9 dan katalis 5% (b/b). Katalis dikarakterisasi menggunakan SEM, FTIR, XRD, dan BET, sedangkan biodiesel diuji berdasarkan rendemen, densitas, dan bilangan asam. Kondisi optimum diperoleh pada kalsinasi 800 °C dan transesterifikasi 60 °C, menghasilkan rendemen 87,80%, densitas 886,70 kg/m³, dan bilangan asam 0,2731 mg KOH/g. Densitas dan bilangan asam tersebut memenuhi batas SNI 7182:2015.

Kata kunci: biodiesel, cangkang telur burung puyuh, katalis heterogen, minyak jelantah, transesterifikasi

ABSTRACT

SYAFIRA ISNAINI PUTRI. Synthesis and Characterization of Biodiesel from Waste Cooking Oil with Quail Eggshell-SiO₂ Heterogeneous Catalyst. Supervised by OBIE FAROBIE.

Waste cooking oil and quail eggshells have the potential to be used as raw materials for biodiesel and precursors for heterogeneous catalysts. This study aims to evaluate the effect of calcination temperature of quail eggshell-based CaO-SiO₂ catalyst and transesterification temperature on biodiesel yield and quality. The catalyst was synthesized by wet impregnation with 20% (w/w) SiO₂ and 11% (w/w) KOH, then calcined at 600, 700, and 800 °C. The transesterification reaction of waste cooking oil was carried out at 50, 60, and 70 °C for 120 minutes using an oil:methanol molar ratio of 1:9 and 5% (w/w) catalyst. The catalyst was characterized using SEM, FTIR, XRD, and BET, while the biodiesel was tested based on yield, density, and acid number. The optimum conditions were obtained at 800 °C calcination and 60 °C transesterification, resulting in a yield of 87.80%, a density of 886.70 kg/m³, and an acid number of 0.2722 mg KOH/g. These density and acid number meet the limits of SNI 7182:2015.

Keywords: biodiesel, heterogeneous catalyst, quail eggshells, transesterification, waste cooking oil



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.

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH DENGAN KATALIS HETEROGEN CANGKANG TELUR BURUNG PUYUH-SiO₂

SYAFIRA ISNAINI PUTRI

Laporan Proyek Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

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.

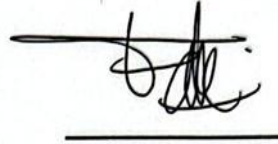
Pengetahuan pada Ujian Laporan Akhir: Mohamad Alief Ramdhan, S.Si., M.Si.

- 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 Laporan : Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak
Proyek Tugas Akhir Jelantah dengan Katalis Heterogen Cangkang Telur
Burung Puyuh-SiO₂
Nama : Syafira Isnaini Putri
NIM : J0412221123

Disetujui oleh

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



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 197611032014042002

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP. 199607171992031003



Tanggal Ujian: 9 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala*. Atas rahmat, karunia, kemudahan-Nya, karya ilmiah ini dapat diselesaikan. Penelitian tugas akhir berlangsung pada 12 Januari 2026–10 April 2026. Topik penelitian berfokus pada sintesis serta karakterisasi biodiesel. Judul karya ilmiah ini ialah “Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Heterogen Cangkang Telur Burung Puyuh-SiO₂”.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Eng. Obie Farobie, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing. Beliau memberikan bimbingan, arahan, masukan selama penyusunan tugas akhir. Apresiasi juga disampaikan kepada Dr. Ir. Meika Syahbana Rusli, M.Sc.Agr. atas izin pelaksanaan penelitian di *Surfactant and Bioenergy Research Center* (SBRC). Ucapan terima kasih turut ditujukan kepada seluruh staf Laboratorium *Surfactant and Bioenergy Research Center* (SBRC) atas bantuan serta fasilitas selama kegiatan penelitian.

Rasa terima kasih mendalam penulis sampaikan kepada Bapak Kismunandar, Ibu Umi Songidah, dan seluruh keluarga. Doa, dukungan, perhatian, kasih sayang menjadi kekuatan bagi penulis selama penyelesaian tugas akhir. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan atas bantuan, semangat, motivasi selama penyusunan karya ilmiah. Karya ilmiah ini diharapkan memberi manfaat bagi pembaca serta mendukung perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Syafira Isnaini Putri



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biodiesel	4
2.2 Minyak Jelantah	6
2.3 Cangkang Telur Burung Puyuh	7
2.4 Silikon Dioksida (SiO ₂)	8
2.5 Perbandingan Katalis Heterogen Asam dan Basa	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil Karakteristik Awal Minyak Jelantah	18
4.2 Hasil Kalsinasi Cangkang Telur Burung Puyuh	19
4.3 Hasil Karakterisasi Katalis CaO-SiO ₂	21
4.4 Hasil Transesterifikasi Biodiesel	29
4.5 Hasil Analisis Mutu Biodiesel	30
4.6 Hasil Penentuan Kondisi Terbaik Suhu Kalsinasi dan Transesterifikasi dalam Sintesis Biodiesel	36
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

2.1	Standar mutu biodiesel SNI 7182:2015	5
2.2	Perbandingan hasil <i>yield</i> biodiesel menggunakan katalis heterogen	9
3.1	Matriks perlakuan suhu kalsinasi dan suhu transesterifikasi sintesis biodiesel	14
4.1	Hasil pengamatan organoleptik kalsinasi cangkang telur burung puyuh	19
4.2	Daerah serapan FTIR sebelum dan sesudah kalsinasi	25
4.3	Hasil analisis XRD sebelum dan sesudah kalsinasi	27
4.4	Hasil analisis mutu biodiesel	36

DAFTAR GAMBAR

2.1	Biodiesel	4
2.2	(a) Reaksi esterifikasi; (b) transesterifikasi	5
2.3	Minyak jelantah	6
2.4	Hidrolisis trigliserida	7
2.5	Cangkang telur burung puyuh	7
2.6	Reaksi dekomposisi termal CaCO_3	8
2.7	SiO_2 murni	8
3.1	Alur penelitian	12
4.1	Hasil pengamatan visual (A) Bahan baku cangkang telur burung puyuh; (B) katalis kalsinasi suhu 600 °C; (C) katalis kalsinasi suhu 700 °C; (D) katalis kalsinasi suhu 800 °C	20
4.2	Hasil Analisis SEM (A) cangkang telur burung puyuh dengan serat matriks organik (1); (B) katalis kalsinasi suhu 600 °C dengan partikel yang tersebar pada permukaan (2); (C) katalis kalsinasi suhu 700 °C dengan rongga kecil (3); dan (D) katalis kalsinasi suhu 800 °C dengan aglomerasi partikel (4). Perbesaran 1000×	22
4.3	Hasil analisis FTIR (A) cangkang telur burung puyuh; (B) katalis kalsinasi suhu 600 °C; (C) katalis kalsinasi suhu 700 °C; (D) katalis kalsinasi suhu 800 °C	24
4.4	Hasil analisis XRD (A) cangkang telur burung puyuh; (B) katalis kalsinasi suhu 600 °C; (C) katalis kalsinasi suhu 700 °C; dan (D) katalis kalsinasi suhu 800 °C	26
4.5	Hasil analisis BET (A) cangkang telur burung puyuh; (B) katalis kalsinasi suhu 600 °C; (C) katalis kalsinasi suhu 700 °C; dan (D) katalis kalsinasi suhu 800 °C	28
4.6	Mekanisme transesterifikasi katalis CaO	30
4.7	Pengaruh suhu kalsinasi katalis dan suhu transesterifikasi terhadap Rendemen biodiesel	31
4.8	Pengaruh suhu kalsinasi katalis dan suhu transesterifikasi terhadap densitas biodiesel	33
4.9	Pengaruh suhu kalsinasi katalis dan suhu transesterifikasi terhadap bilangan asam biodiesel	35



DAFTAR LAMPIRAN

1	Data kualitas minyak jelantah	47
2	Perhitungan bahan pada proses produksi biodiesel	48
3	Data rendemen biodiesel	49
4	Data densitas biodiesel	50
5	Standarisasi KOH 0,1 N untuk penentuan bilangan asam	51
6	Bilangan asam biodiesel	52
7	Analisis statistika	53

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.