



## **SINTESIS DAN KARAKTERISASI GLYCERINE PITCH CARBON CATALYST (GPCC) UNTUK APLIKASI REAKSI ESTERIFIKASI GLISEROL**

**BELLA MELINDA SIPAYUNG**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
IPB UNIVERSITY  
BOGOR  
2025**



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 mengurangi 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 TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi Glycerine Pitch Carbon Catalyst (GPCC) untuk Aplikasi Reaksi Esterifikasi Gliserol”** 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 2025

Bella Melinda Sipayung  
F3401211031

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 mengurangi 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 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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

BELLA MELINDA SIPAYUNG. Sintesis dan Karakterisasi *Glycerine Pitch Carbon Catalyst* (GPCC) untuk Aplikasi Reaksi Esterifikasi Gliserol. Dibimbing oleh DWI SETYANINGSIH.

PT. XYZ mengelola limbah *glyceryne pitch* (GP) yang dihasilkan dari produk samping proses produksi biodiesel. Kandungan klorin yang tinggi dalam limbah ini menyebabkan penolakan oleh industri semen, serta menimbulkan beban penyimpanan dan distribusi. Proyek ini bertujuan merancang proses produksi *Glycerine Pitch Catalyst Carbon* (GPCC) melalui dua pendekatan karbonisasi, yaitu *direct combustion* dan *microwave-assisted carbonization* (MAC). GPCC dianalisis BET, SEM-EDS dan proksimat spesifikasi SNI 06-3730-1995. Evaluasi kinerja GPCC dilakukan dengan reaksi Esterifikasi gliserol. Produk acetin yang dihasilkan selanjutnya dianalisa GC-MS untuk mengetahui efektifitas proses Esterifikasi dari komposisi produk monoasetin (MAG), diasetin (DAG) dan triasetin (TAG) yang berhasil diperoleh. Metode MAC menunjukkan performa katalis terbaik. Hasil analisa BET GPCC diketahui memiliki luas permukaan 2.02 m<sup>2</sup>/g dengan ukuran pori 11.42 nm dan volume pori 0.0057 cm<sup>3</sup>/g. Komposisi karbon 60.78% massa dan unsur sulfur 12.74%. Analisis proksimat GPCC berada dalam rentang spesifikasi SNI 06-3730-1995. Uji performa katalis dengan waktu reaksi 3 jam, rasio mol gliserol: asam asetat (1:3), menghasilkan tingkat konversi gliserol 62.28% dan nilai selektivitas DAG dan TAG 62.37 %. Sedangkan, reaksi 4 jam rasio mol gliserol terhadap asam asetat (1:8) menghasilkan konversi gliserol 89.85% dan selektivitas DAG dan TAG 54.85 %.

Kata kunci: Esterifikasi glycerol, Direct Combustion, Glycerine pitch, Katalis Karbon, Microwave-Assisted Carbonization.



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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## ABSTRACT

*BELLA MELINDA SIPAYUNG. Synthesis and Characterization of Glycerine Pitch Carbon Catalyst (GPCC) for Glycerol Esterification Reaction Application. Supervised by DWI SETYANINGSIH.*

*PT. XYZ manages glyceryne pitch (GP) waste generated from a by-product of the biodiesel production process. The high chlorine content in this waste causes rejection by the cement industry, as well as creating storage and distribution burdens. This project aims to design a Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC) production process through two carbonization approaches, namely direct combustion and microwave-assisted carbonization (MAC). GPCC was analyzed by BET, SEM-EDS and proximate specifications of SNI 06-3730-1995. GPCC performance evaluation was carried out by glycerol Esterification reaction. The resulting acetin product was then analyzed by GC-MS to determine the effectiveness of the Esterification process from the composition of monoacetin (MAG), diacetin (DAG) and triacetin (TAG) products that were successfully obtained. The MAC method showed the best catalyst performance. The results of the BET analysis of GPCC were known to have a surface area of 2.02 m<sup>2</sup>/g with a pore size of 11.42 nm and a pore volume of 0.0057 cm<sup>3</sup>/g. The composition of carbon is 60.78% by mass and sulfur element is 12.74%. The proximate analysis of GPCC is within the specification range of SNI 06-3730-1995. The catalyst performance test with a reaction time of 3 hours, a mole ratio of glycerol: acetic acid (1:3), produced a glycerol conversion rate of 62.28% and a selectivity value of DAG and TAG of 62.37%. Meanwhile, a 4-hour reaction with a mole ratio of glycerol to acetic acid (1:8) produced a glycerol conversion of 89.85% and a selectivity of DAG and TAG of 54.85%.*

**Keywords:** *Glycerol esterification, Direct Combustion, Glycerine pitch, Carbon catalyst, Microwave-Assisted Carbonization.*



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 20XX<sup>1</sup>  
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 *GLYCERINE PITCH CARBON CATALYST (GPCC)* UNTUK APLIKASI REAKSI ESTERIFIKASI GLISEROL**

**BELLA MELINDA SIPAYUNG**

Tugas Akhir  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
IPB UNIVERSITY  
BOGOR  
2025**



*@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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**IPB University**  
Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:  
1 Dr. Ir. Mulyorini Rahayuningsih, M.Si  
2 Prof. Dr. Farah Fahma, S.T.P., M.T.



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 mengurangi 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 : Sintesis dan Karakterisasi *Glycerine Pitch Carbon Catalyst* (GPCC) untuk Aplikasi Reaksi Esterifikasi Gliserol  
Nama : Bella Melinda Sipayung  
NIM : F3401211031

Disetujui oleh

Pembimbing:  
Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Ono Suparno, S. TP., M. T., IPM  
NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian:  
29 Juli 2025

Tanggal Lulus:  
14 Agustus 2025

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Proyek ini telah dilaksanakan sejak bulan Februari 2025 sampai bulan Juli 2025 dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Glycerine Pitch Carbon Catalyst* (GPCC) untuk Aplikasi Reaksi Esterifikasi Gliserol”. Dalam menyelesaikan penulisan laporan ini, penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, serta dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut, khususnya kepada:

1. Keluarga dan kerabat dekat, khususnya Ibu Amerlina Saragih, A.Md.Kep. atas doa dan dukungannya sehingga laporan ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengenang almarhum Ayah Mardikut Sipayung, S.Pd. dengan penuh hormat.
2. Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing dan dosen PIC. Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St. selaku dosen pembimbing kedua, yang telah membimbing dan memberikan saran selama proses proyek desain utama agroindustri ini.
3. Kedua kakak yakni Ardianto Sipayung, A.Md.Kep. dan Enita Sipayung, S.P. atas dukungan moril dan materiil.
4. Seluruh staff *Surfactant and Bioenergy Research Center* (SBRC) yang telah menyediakan fasilitas sehingga dapat membantu penyelesaian proyek ini.
5. PT. Multi Hanna Kreasindo yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan proyek ini.
6. Seluruh Dosen, Tendik, pegawai TU dan UPT di Departemen Teknologi Industri Pertanian.
7. Teman-teman TIN58 terutama team produta MHK yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan proyek desain utama agroindustri ini.
8. Teman-teman terdekat, terutama IPB.Cantik, Farah, Eunike, Azril, Keyko, Kakak Pivi, Kakak Imas, Blessta, Diaspora Team, Blackpunk Team, yang telah bersama-sama dalam setiap momen menyelesaikan proyek ini.

Semoga Laporan Akhir Proyek Desain Utama Agroindustri ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

*Bella Melinda Sipayung*



DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
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	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Glycerine Pitch</i>	4
2.2 Katalis Karbon Aktif Tersulfonasi	5
2.3 <i>Direct Combustion (DC)</i>	5
2.4 <i>Microwave Asisted Carbonization (MAC)</i>	6
2.5 Reaksi Esterifikasi Gliserol	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Tahapan Desain Keteknikan	9
3.4 Proses Sintesis Produksi <i>Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC)</i>	12
3.5 Karakterisasi <i>Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC)</i>	13
3.6 Uji Aplikasi <i>Glycerine Pitch Carbon Catalyst (GPCC)</i>	15
3.7 Analisis Data	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Karakteristik Bahan Baku <i>Glycerine Pitch</i>	17
4.2 Sintesis <i>Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC)</i>	18
4.3 Karakteristik <i>Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC)</i>	20
4.4 Uji Aplikasi <i>Glycerine Pitch Catalyst Carbon (GPCC)</i>	26
4.5 Hasil Desain Prototipe 3D unit Karbonisasi	29
V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
RIWAYAT HIDUP	34