

PROYEK TERAPAN

Rekayasa Katalis Kalsium Gliseroksida Berbasis Cangkang Pensi dengan Impregnasi Kering dalam Produksi Biodiesel

*Diajukan Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Syarat Akademik
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) dalam Bidang
Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan
Diploma VI Politeknik ATI Padang*



Disusun oleh:

1. Annisa Aulia Furqana Ramzi No. BP 2113003
2. Muhammad Habib Abdullah No. BP 2113016

Dosen Pembimbing:

Pembimbing 1: Addin Akbar, M.T

Pembimbing 2: Dedy Rahmad, M.Sc

PROGRAM STUDI

TEKNOLOGI REKAYASA BIOPROSES ENERGI TERBARUKAN

POLITEKNIK ATI PADANG

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

PROYEK TERAPAN

**Rekayasa Katalis Kalsium Gliseroksida Berbasis Cangkang Pensi dengan
Impregnasi Kering dalam Produksi Biodiesel**

Oleh:

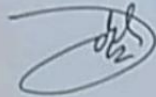
1. Annisa Aulia Furqana Ramzi No. BP 2113003
2. Muhammad Habib Abdullah No. BP 2113016

Padang, 21 Agustus 2025

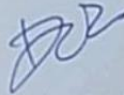
Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



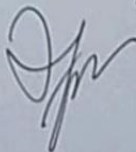
Addin Akbar, S.Si, M.T
NIP. 198807222014021001



Dedy Rahmad, M.Sc
NIP. 198406142014021001

Mengetahui,

Ketua Prodi,



Khairul Akli, M.T
NIP. 198503122010121001

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK TERAPAN

REAKAYASA KATALIS KALSIMUM GLISEROKSIDA BERBASIS CANGKANG PENSI DENGAN IMPREGNASI KERING DALAM PRODUKSI BIODIESEL

Oleh:

1. Annisa Aulia Furqana Ramzi No.BP 2113003
2. Muhammad Habib Abdullah No.BP 2113016

Padang, 12 September 2025

Disahkan Oleh:

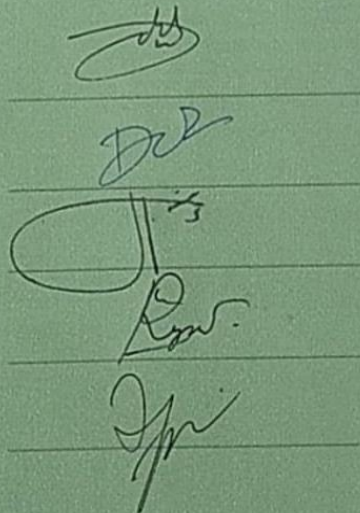
Addin Akbar, S.Si, M.T
NIP. 198807222014021001

Dedy Rahmad, S.TP, M. Sc
NIP. 198406142014021001

Dr. Harmiwati NH, M.T
NIP. 1976012420011220

Regna Tri Jayanti, S.Si, M.T
NIP. 198704142019012001

Khairul Akli, M.T
NIP. 198503122010121001



Rekayasa Katalis Kalsium Gliseroksida Berbasis Cangkang Pensi dengan Impregnasi Kering dalam Produksi Biodiesel

Annisa Aulia Furqana Ramzi (2113003), Muhammad Habib Abdullah (2113016)

Dosen Pembimbing: Addin Akbar, S.Si, M.T , Dedy Rahmad, M.Sc

**Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan, Politeknik ATI
Padang**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan katalis kalsium gliseroksida berbasis limbah cangkang pensi melalui metode impregnasi kering sebagai alternatif katalis heterogen ramah lingkungan untuk produksi biodiesel. Variabel tetap yang digunakan meliputi suhu reaksi 65 °C, tekanan 1 atm, dan rasio mol minyak:metanol (1:10). Variasi utama penelitian ditentukan oleh rasio mol CaO:gliserol (1:0,5; 1:1; 1:1,5), waktu reaksi (120 dan 150 menit), serta konsentrasi katalis (1; 1,5; dan 2%). Hasil pra-penelitian menunjukkan kondisi optimum pada waktu reaksi 150 menit dan konsentrasi katalis 1,5%, yang selanjutnya dijadikan variabel tetap pada tahap penelitian lanjutan. Karakterisasi katalis menunjukkan bahwa metode impregnasi kering berhasil membentuk morfologi aktif dengan tingkat aglomerasi rendah, khususnya pada rasio mol 1:0,5. Kondisi tersebut memberikan performa terbaik dengan *yield* biodiesel mencapai 99,33% dan kandungan FAME 98,64%. Uji *reusability* katalis menunjukkan bahwa katalis masih mampu mempertahankan kualitas biodiesel dengan FAME 99,04%, meskipun *yield* menurun menjadi 89,9%. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar mutu SNI 7182:2015, dengan densitas 0,85 g/cm³ dan viskositas dalam rentang 3–5 mm²/s. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa katalis kalsium gliseroksida dari limbah cangkang pensi berpotensi sebagai katalis heterogen efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan dalam produksi biodiesel, dengan performa optimal pada rasio mol CaO:gliserol 1:0,5, waktu reaksi 150 menit, dan konsentrasi katalis 1,5%.

Kata kunci: biodiesel, katalis kalsium gliseroksida, cangkang pensi, impregnasi kering, transesterifikasi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biodiesel.....	7
2.2 Katalis Produksi Biodiesel	9
2.2.1 Katalis Heterogen Asam.....	11
2.2.2 Katalis Heterogen Basa	13
2.3 Impregnasi Katalis.....	14
2.3.1 Impregnasi Basah	14
2.3.2 Impregnasi Kering	15
2.3.3 Perbandingan Kinerja Impregnasi Basah dan Kering.....	16
2.3.4 Aplikasi dalam Sintesis Katalis	16
2.4 <i>Reusability</i> dan Regenerasi Katalis Heterogen	17
2.5 Katalis Kalsium Gliseroksida.....	17
2.6 Penelitian Terdahulu	18

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	25
3.3 Prosedur Percobaan	26
3.3.1 Pemurnian CaO	26
3.3.2 Pemurnian Gliserol.....	27
3.3.3 Impregnasi CaO-Gliserol	27
3.3.4 Karakterisasi Katalis	28
3.3.5 Pembuatan Biodiesel.....	28
3.4 Skema Kerja	30
3.5 Variabel Percobaan	32
3.5.1 Tahap Pra-Penelitian.....	32
3.5.2 Tahap Penelitian Utama.....	32
3.6 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil	35
4.1.1 Pra-Penelitian	35
4.1.2 Penelitian Lanjutan	35
4.2 Pembahasan	36
BAB 5 PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN PERHITUNGAN	64

LAMPIRAN DOKUMENTASI.....	76
---------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaksi Transesterifikasi Secara Umum.....	7
Gambar 2. 2 Mekanisme Katalitik Reaksi Kimia	11
Gambar 2. 3 Reaksi Pembentukan Katalis Kalsium Gliseroksida	18
Gambar 3. 1 Skema Kerja Sintesis CaO dari Cangkrang Pensi	30
Gambar 3. 2 Skema Kerja Pemurnian Gliserol	31
Gambar 3. 3 Skema Kerja Impregnasi CaO-Gliserol.....	31
Gambar 3. 4 Skema Kerja Produksi Biodiesel Menggunakan Katalis Kalsium Gliseroksida	31
Gambar 4. 1 Hubungan Konsentrasi Katalis dengan Yield Biodiesel Waktu 120 Menit	37
Gambar 4. 2 Hubungan Konsentrasi Katalis dengan Yield Biodiesel Waktu 150 Menit	37
Gambar 4. 3 Katalis Kalsium Gliseroksida 1:0,5 (a), 1:1(b) dan 1:1,5(c)	38
Gambar 4. 4 Spektrum Analisis FT-IR Kalsium Gliseroksida 1:0,5	44
Gambar 4. 5 Spektrum Analisis FT-IR Kalsium Gliseroksida 1:1	44
Gambar 4. 6 Spektrum Analisis FT-IR Kalsium Gliseroksida 1:1,5	45
Gambar 4. 7 Pola XRD Katalis Kalsium Gliseroksida (1:0,5)	48
Gambar 4. 8 Pola XRD Puncak CaO Katalis Kalsium Gliseroksida (1:0,5)	48
Gambar 4. 9 Pola XRD Puncak Ca(OH) ₂ Katalis Kalsium Gliseroksida (1:0,5) .	49
Gambar 4. 10 Pola XRD Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1)	49
Gambar 4. 11 Pola XRD Puncak CaO Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1)	49
Gambar 4. 12 Pola XRD Puncak Ca(OH) ₂ Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1)...	50
Gambar 4. 13 Pola XRD Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1,5)	50
Gambar 4. 14 Pola XRD Puncak CaO Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1,5)	51
Gambar 4. 15 Pola XRD Puncak Ca(OH) ₂ Katalis Kalsium Gliseroksida (1:1,5)	51
Gambar 4. 16 Hasil Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio Mol 1:0,5.....	54
Gambar 4. 17 Hasil Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio Mol 1:1.....	54
Gambar 4. 18 Hasil Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio Mol 1:1,5.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Biodiesel Indonesia (SNI 7182-2015)	8
Tabel 2. 2 State of The Art.....	20
Tabel 3. 1 Alat-Alat Penelitian.....	24
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	25
Tabel 3. 3 Variabel Bebas Pra-Penelitian	32
Tabel 3. 4 Variabel Tetap Pra-Penelitian	32
Tabel 4. 1 Yield Biodiesel Pra-Penelitian	35
Tabel 4. 2 Yield Biodiesel dari Penggunaan Katalis Kalsium Gliseroksida (Reuse)	35
Tabel 4. 3 Hasil Uji ANOVA.....	36
Tabel 4. 4 Hasil Uji XRF Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio mol 1:0,5.....	41
Tabel 4. 5 Hasil Uji XRF Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio mol 1:1.....	41
Tabel 4. 6 Hasil Uji XRF Katalis Kalsium Gliseroksida Rasio mol 1:1,5.....	42
Tabel 4. 7 Hasil Analisis GC-MS Biodiesel Rasio CaO:Glisero 1:0,5 (1,5%) Waktu 150 Menit.....	56
Tabel 4. 8 Hasil Analisis GC-MS Biodiesel Rasio CaO:Glisero 1:0,5 (1,5%) Waktu 150 Menit (Penggunaan Kembali).....	56