

LAPORAN HASIL PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS CaO-BaO UNTUK REAKSI
TRANSESTERIFIKASI



DISUSUN OLEH:

SATRIA AGUNG NOVANTO

NPM. 21031010148

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA
2025

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS CaO-BaO UNTUK REAKSI
TRANSESTERIFIKASI**

Skripsi

Digunakan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH :

Sairia Agung Novanto

21031010148

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK & SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS CaO-BaO UNTUK
REAKSI TRANSESTERIFIKASI"**

**DISUSUN OLEH
SATRIA AGUNG NOVANTO**

NPM. 21031010148

**Telah dipertahankan, dihadapkan dan diterima oleh Tim Penguji
Pada tanggal : 23 April 2025**

Dosen Penguji :

1.

Dr. T. Ir. Sudewati, MT
NIP. 19621120 199203 2 001

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT
NIP. 19611112 198903 2 001

2.

Ir. Sani, MT
NIP. 19630412 199103 2 001

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP
NIP. 19650403 199103 2 001



Laporan Hasil Penelitian
Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-BaO Untuk Reaksi
Transesterifikasi

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**"SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS CaO-BaO UNTUK
REAKSI TRANSESTERIFIKASI"**

DISUSUN OLEH:

SATRIA AGUNG NOVANTO (21031010148)

Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Penelitian


Prof. Dr. Ir. Sri Muliati, MT
NIP. 19611112 198903 2 001



Laporan Hasil Penelitian
Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-BaO Untuk Reaksi
Transesterifikasi

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Satria Agung Novanto
NPM : 21031010148
Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains/Teknik Kimia
Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Disertasi : Sintesis dan Karakterisasi Katalis Cao-
BaO untuk Reaksi Transesterifikasi

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi Pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 23 April 2025

Yang menyatakan



(Satria Agung Novanto)



KETERANGAN REVISI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: 1. Putri Arysanti Yulia S. NPM. 21031010128

2. Satria Agung Novanto NPM. 21031010148

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi*) Proposal/ Skripsi/ Kerja Praktek,
dengan

Judul:

"SINTESIS DAN KARAKTERISASI KATALIS CaO-BaO UNTUK REAKSI TRANSESTERIFIKASI"

Surabaya, 30 Januari 2025

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. T. Ir. Susilowati, MT
NIP. 19621120 199203 2 001

2. Ir. Sani, MT
NIP. 19630412 199103 2 001

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT
NIP. 19611112 198903 2 001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-BaO Untuk Reaksi Transesterifikasi” sebagai salah satu tugas skripsi penyusun. Laporan hasil penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk pengerjakan penelitian pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada orang-orang yang bersama kami dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini :

1. Ibu Prof. Dr. Dra Jariyah, M.P selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya S, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, MT selaku Dosen Pembimbing Penelitian yang telah membimbing proses penulisan laporan hasil penelitian ini.
4. Ibu Dr, T, Ir. Susilowati, MT dan Ibu Ir, Sani, MT selaku Dosen Penguji dalam penelitian ini.

Penyusun menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan laporan hasil penelitian ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun atas laporan ini. Akhir kata, penyusun mohon maaf sebesar-besarnya kepada semua pihak, apabila dalam penyusunan laporan ini penyusun melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja.

Surabaya, 12 Januari 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan.....	4
I.3 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Secara Umum	5
II.1.1 Katalis	5
II.1.2 Klasifikasi Katalis	5
II.1.3 Karakteristik Katalis	7
II.1.4 Proses Modifikasi Katalis	8
II.1.5 Komponen Katalis.....	10
II.1.6 Bentuk Katalis.....	11
II.1.7 Presipitasi	12
II.1.8 Kalsinasi	12
II.1.9 Biodiesel.....	13
II.2 Karakteristik Bahan Baku	15
II.2.1 Kerang Darah	15
II.2.2 Barium Oksida (BaO)	16
II.3 Landasan Teori.....	17
II.3.1 Mekanisme Reaksi Pembentukan Katalis	17



Laporan Hasil Penelitian
Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-BaO Untuk Reaksi
Transesterifikasi

II.3.2 Karakteristik Morfologi Katalis CaO dan BaO.....	18
II.3.3 Reaksi Esterifikasi.....	19
II.3.4 Reaksi Transesterifikasi	20
II.3.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Katalis.....	22
II.3.5 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Katalis Terhadap Reaksi Transesterifikasi.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
III.1 Bahan Baku Penelitian.....	26
III.2 Alat Penelitian	26
III.3 Rangkaian Alat Penelitian	26
III.4 Variabel Penelitian.....	27
III.4.1 Variabel Tetap	27
III.4.2 Variabel Bebas	27
III.5 Prosedur Percobaan	28
III.6 Diagram Alir	30
III.7 Metode Analisa	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
IV.1 Karakterisasi XRF Bahan Katalis Serbuk Cangkang Kerang Darah.....	37
IV.2 Karakterisasi Katalis.....	38
IV.2.1 Pengaruh Penyisipan BaO pada CaO Terhadap Sifat Fisik Katalis ...	38
IV.2.2 Karakterisasi XRD Katalis	39
IV.2.3 Karakterisasi SEM Katalis	41
IV.2.4 Kebasaan Katalis	44
IV.3 Karakterisasi Biodiesel	45
IV.3.1 Hasil Sintesis Biodiesel	45
IV.3.2 Densitas Biodiesel	46
IV.3.3 Viskositas Biodiesel	48
IV.3.4 Yield Biodiesel	49
IV.3.5 Karakterisasi Angka Setana Sesuai SNI.....	50
IV.3.6 Karakterisasi GC-M.....	51



Laporan Hasil Penelitian
Sintesis dan Karakterisasi Katalis CaO-BaO Untuk Reaksi
Transesterfikasi

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
V.1 Kesimpulan	53
V.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN I	58
LAMPIRAN II	59
LAMPIRAN III.....	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Kerang Darah.....	15
Gambar II. 2 XRD CaO.SrO	18
Gambar II. 3 SEM (a) CaO (b) BaO	18
Gambar II. 4 Reaksi Esterifikasi	20
Gambar II. 5 Reaksi Transesterifikasi.....	21
Gambar III. 1 Rangkaian Alat Uji Biodiesel.....	26
Gambar III. 2 Diagram Alir Proses Sintesis Katalis CaO-BaO	31
Gambar III. 3 Diagram Alir Proses Esterifikasi.....	32
Gambar III. 4 Diagram Alir Proses Transesterifikasi	33
Gambar IV. 1 (a) CaO; (b) CaO.BaO 1:1	38
Gambar IV. 2 Perbandingan Pola difraksi XRD katalis CaO (C1264), dan CaO.BaO (C1265), BaO (C1266)	39
Gambar IV. 3 Pola difraksi XRD katalis CaO.BaO.....	40
Gambar IV. 4 SEM (a) Katalis CaO; (b) Katalis BaO	41
Gambar IV. 5 SEM (a) Katalis CaO.BaO 1:0,2; (b) Katalis CaO.BaO 1:0,6; (c) Katalis CaO.BaO 1:1.....	42
Gambar IV. 6 Distribusi ukuran partikel (a) Katalis CaO.BaO 1:0,2; (b) Katalis CaO.BaO 1:0,6; (c) Katalis CaO.BaO 1:1	44
Gambar IV. 7 Pengaruh Penambahan % Berat Katalis Terhadap Densitas (g/cm^3) Pada Berbagai Perbandingan Mol CaCl_2	46
Gambar IV. 8 Pengaruh Penambahan % Berat Katalis Terhadap Viskositas (cSt) Pada Berbagai Perbandingan Mol CaCl_2	48
Gambar IV. 9 Pengaruh Penambahan % Berat Katalis Terhadap Yield (%) Pada Berbagai Perbandingan Mol CaCl_2	49
Gambar IV. 10 Analisa Hasil GCMS.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbandingan Karakteristik Katalis Heterogen dengan Homogen.....	7
Tabel II. 2 Bentuk Umum Parikel Katalis.....	11
Tabel III. 1 Parameter yang diukur, metode pengukuran, dan instrumen yang digunakan	34
Tabel IV. 1 Komposisi Cangkang Kerang Darah	37
Tabel IV. 2 Jumlah situs basa pada katalis CaO-BaO, CaO, dan BaO	45
Tabel IV. 3 Karakteristik Hasil Sintesis Biodiesel yang dipengaruhi oleh Rasio Mol	45



INTISARI

Sintesis dan karakterisasi katalis CaO.BaO dilakukan menggunakan bahan baku cangkang kerang darah untuk CaO dan BaO komersial. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi katalis heterogen CaO melalui modifikasi dengan penambahan BaO. BaO dipilih karena memiliki sifat kebasaaan yang tinggi, sehingga mampu mempercepat reaksi transesterifikasi minyak sawit menjadi metil ester. Katalis CaO.BaO disintesis dari cangkang kerang darah yang dikalsinasi, direaksikan dengan HCl dan BaCl₂ dengan variasi perbandingan CaCl₂:BaCl₂, 1:0,2, 1:0,4, 1:0,6, 1:0,8 dan 1:1, kemudian dipresipitasi dengan NaOH, dikeringkan dan dikalsinasi ulang sebelum dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM. Proses produksi biodiesel melibatkan dua tahap, yaitu esterifikasi minyak sawit menggunakan methanol dan asam sulfat untuk menurunkan kadar FFA, dilanjutkan dengan transesterifikasi menggunakan katalis CaO.BaO. Rasio molar CaCl₂:BaCl₂ optimum sebesar 1:1 dan dari variasi berat katalis 0,5%w, 1%w, 1,5%w, 2%w dan 2,5%w, berat katalis sebesar 2,5%w terbukti memberikan hasil terbaik dengan yield 98%, densitas 860 kg/m³, viskositas 5,36 cSt, angka setana 62,5, serta kandungan FAME mencapai 99,47%, sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Penggunaan katalis berlebih tidak meningkatkan efisiensi secara signifikan dan dapat menimbulkan saponifikasi serta kendala pemisahan. Oleh karena itu, formulasi dan pemrosesan katalis yang tepat menjadi kunci dalam optimasi produksi biodiesel berbasis minyak sawit

Kata kunci: Katalis CaO.BaO, Transesterifikasi, Presipitasi, Kalsinasi