

SKRIPSI

STUDI PENGARUH ADISI TEMBAGA-OKSIDA PADA KALSIUM- OKSIDA SEBAGAI KATALIS DALAM PEMBUATAN BIODIESEL



Diajukan oleh

Giovanni Anggasta Suharjo NRP: 5203018005

Regina Kay Hadi NRP: 5203018009

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Giovanni Anggasta Suharjo

NRP : 5203018005

telah diselenggarakan pada tanggal 25 Maret 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia**.

Surabaya, 11 April 2022

Pembimbing I

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

Pembimbing II

Ir. Shella Permatasari
Santoso, S.T., Ph.D., IPM.

NIK. 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T.,
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

Anggota

Ir. Maria Yuliana,
S.T., Ph.D., IPM.

NIK 521.18.1010

Anggota

Christian Julius
Wijaya, S.T., M.T.

NIK 521.17.0948

Anggota

Ir. Shella Permatasari
Santoso, S.T., Ph.D.,
IPM.

NIK. 521.17.0971

Mengetahui

ProF. Ir. Suryadi Ismadiji, M.T.,
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.

NIK. 521.91.0198

ProF. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Regina Kay Hadi


NRP : 5203018009


telah diselenggarakan pada tanggal 25 Maret 2022, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 11 April 2022

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.


Ir. Shella Permatasari
Santoso, S.T., Ph.D., IPM.


NIK. 521.99.0401


NIK. 521.17.0971

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris


Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T.,
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.


Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.


NIK. 521.97.0284

NIK. 521.99.0401

Anggota

Anggota

Anggota


Ir. Maria Yulhana,
S.T., Ph.D., IPM.


Christian Julius
Wijaya, S.T., M.T.


Ir. Shella Permatasari
Santoso, S.T., Ph.D.,
IPM.

NIK 521.18.1010

NIK 521.17.0948

NIK. 521.17.0971

Mengetahui


Fakultas Teknik
Dekan
Prof. Dr. Suryadi Isnadji, M.T.,
Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIK. 521.93.0198


Prodi Teknik Kimia
Ketua
Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.
NIK. 521.99.0401

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Giovanni Anggasta Suharjo
NRP : 5203018005

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :
Studi Pengaruh Adisi Tembaga-Oksida pada Kalsium-Oksida Sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 April 2022

Yang menyatakan,



Giovanni Anggasta Suharjo
NRP. 5203018005

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya:

Nama : Regina Kay Hadi

NRP : 5203018009

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :

Studi Pengaruh Adisi Tembaga-Oksida pada Kalsium-Oksida Sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 April 2022

Yang menyatakan,



Regina Kay Hadi

NRP. 5203018009

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 11 April 2022

Mahasiswa,




Giovanni Anggasta Suharjo

NRP. 5203018005

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 11 April 2022

Mahasiswa,



Regina Kay Hadi

NRP. 5203018009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan hikmat kepada tim penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan akhir skripsi merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Tim penulis menyadari dengan selesainya laporan akhir skripsi ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah bersedia membimbing, memberi arahan, bersedia meluangkan waktu, dan memberi dukungan penuh baik moral maupun teori bagi penulis. Oleh karena itu, tim penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., Ph.D., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan.
2. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan.
3. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam melaksanakan penelitian skripsi dan menyelesaikan laporan akhir skripsi.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan *support* secara materi maupun non-materi, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi.
5. Teman – teman seperjuangan angkatan 2018 yang telah mendukung dan memotivasi penulis dalam penyelesaian laporan akhir skripsi.

Dengan menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan akhir skripsi ini, penulis menerima segala saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak. Selain itu, dengan penulisan laporan akhir skripsi ini diharapkan dapat menambah wawasan dan memberikan kontribusi dalam kemajuan ilmu dan teknologi bagi para pembaca. Akhir kata, tim penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak dan mohon maaf jika masih terdapat salah kata dalam penulisan laporan ini.

Surabaya, 11 April 2022

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	iv
Lembar Pernyataan	vi
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel.....	xii
Intisari.....	xiii
I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan Penelitian	2
I.3. Pembatasan Masalah.....	3
II. Tinjauan Pustaka	4
II.1. Biodiesel	4
II.2. Katalis CaO.....	6
II.3. Katalis CuO	9
II.4. Katalis Komposit <i>Metal Oxide</i>	12
III. Metodologi Penelitian.....	14
III.1. Bahan	14
III.2. Alat	14
III.3. Prosedur Penelitian	14
III.4. Pengolahan Data	24
IV. Hasil dan Pembahasan	25
IV.1. Pengaruh Jenis Katalis terhadap <i>Yield</i> Biodiesel	25
IV.2. Pengaruh Variasi Katalis terhadap <i>Yield</i> Biodiesel.....	26
IV.3. Karakteristik Partikel CaO-CuO	29
IV.4. Mekanisme Transesterifikasi dengan Katalis CaO-CuO	32
IV.5. Performa Katalis dalam Transesterifikasi	35
IV.6. Karakteristik Biodiesel	36
IV.7. Regenerasi Katalis	38
V. Kesimpulan dan Saran	42
V.1. Kesimpulan	42
V.2. Saran	42
Daftar Pustaka.....	43
Lampiran A.....	52
Lampiran B.....	60
Lampiran C.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Reaksi Transesterifikasi	5
Gambar III.1. Diagram Proses Pembuatan Partikel CaO.....	14
Gambar III.2. Diagram Proses Pembuatan Partikel CaO-CuO	16
Gambar III.3. Proses <i>Degumming</i> CPO.....	18
Gambar III.4. Diagram Proses Transesterifikasi Minyak Goreng	20
Gambar III.5. Diagram Proses Esterifikasi	22
Gambar III.6. Diagram Proses Regenerasi Katalis	23
Gambar IV.1. Hasil Biodiesel dari Variasi Cu dalam CaO dan Waktu Kalsinasi.....	27
Gambar IV.2. Hasil Biodiesel dari Variasi Suhu Kalsinasi CaO-CuO	29
Gambar IV.3. Morfologi Permukaan Katalis CaO-CuO dan Hasil Pemetaan Elemennya	30
Gambar IV.4. Pola XRD dari Katalis CaO-CuO	32
Gambar IV.5. Mekanisme Pembentukan Metoksida	33
Gambar IV.6. Mekanisme Pembentukan FAME	34
Gambar IV.7. Hasil Analisa GC Biodiesel dengan Bahan Baku Minyak Goreng dan CPO.....	37
Gambar IV.8. Regenerasi Katalis CaO-CuO pada Minyak Goreng dan CPO	39
Gambar IV.9. Regenerasi Katalis CaO	40
Gambar C.1. Hasil Biodiesel dengan Katalis NaOH.....	68
Gambar C.2. Proses Pembuatan Partikel Al ₂ O ₃	68
Gambar C.3. Proses Pembuatan Partikel CuO Metode 1	69
Gambar C.4. Partikel Sebelum (Kiri) dan Sesudah (Kanan) Kalsinasi	69
Gambar C.5. Proses Pembuatan Partikel CaO-CuO	70
Gambar C.6. Partikel Sebelum (Kiri) dan Sesudah (Kanan) Kalsinasi	70
Gambar C.7. (a) Biodiesel dari Katalis CaO; (b) Uji Nyala Biodiesel	71
Gambar C.8. Biodiesel dari Katalis CaO-CuO (Kiri) dan Uji Nyala Biodiesel (Kanan)	71
Gambar C.9. Hasil CPO yang setelah Proses Esterifikasi	72
Gambar C.10. Biodiesel dari Katalis CaO-CuO (Kiri) dan Uji Nyala Biodiesel (Kanan)	72
Gambar C.11. Penyabunan pada Transesterifikasi <i>One Steps</i> dengan CPO	73

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Katalis	5
Tabel II.2. Modifikasi CaO dengan Berbagai Jenis Minyak dan <i>Yield</i> yang dihasilkan.....	8
Tabel II.3. Modifikasi CuO dengan Berbagai Jenis Minyak dan <i>Yield</i> yang dihasilkan.....	11
Tabel IV.1. Hasil Biodiesel.....	26
Tabel IV.2. Analisa EDX.....	31
Tabel IV.3. Karakteristik Bahan Baku.....	35
Tabel IV.4. Karakterisasi Biodiesel dan Standar SNI.....	38
Tabel A.1. Massa CuSO ₄ pada Setiap Variasi %Berat Cu dalam CaO-CuO.....	56
Tabel B.1. Nilai %FFA pada Bahan Baku.....	61
Tabel B.2. <i>Yield</i> Biodiesel pada Berbagai Jenis Katalis	62
Tabel B.3. <i>Yield</i> Biodiesel menggunakan Katalis CaO-CuO yang dikalsinasi selama 6 jam	63
Tabel B.4. <i>Yield</i> Biodiesel menggunakan Katalis CaO-CuO yang dikalsinasi selama 12 jam	63
Tabel B.5. <i>Yield</i> Biodiesel menggunakan Katalis CaO-CuO pada Variasi Suhu Kalsinasi	64
Tabel B.6. <i>Yield</i> Biodiesel pada CPO	64
Tabel B.7. Hasil Regenerasi Katalis CaO-CuO	65
Tabel B.8. Viskositas Biodiesel.....	67

INTISARI

Stabilitas katalis CaO yang rendah menjadi salah satu kekurangan dalam pengaplikasiannya pada reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel. Dalam penelitian ini, penambahan CuO dilakukan pada katalis CaO sehingga menghasilkan katalis heterogen CaO-CuO, yang memiliki stabilitas yang lebih baik. Katalis CaO-CuO disintesa menggunakan metode impregnasi dan diselidiki keefektifannya dalam proses transesterifikasi menghasilkan biodiesel. Proses transesterifikasi berlangsung pada suhu 65°C dengan rasio mol metanol:minyak 12:1, %berat katalis sebesar 5% berat minyak selama 5 jam. Penggunaan katalis CaO dalam proses transesterifikasi juga dilakukan sebagai pembandingan pada katalis CaO-CuO, dengan *yield* yang diperoleh sebesar 74,50%. Hasil tersebut tergolong cukup tinggi, akan tetapi dengan menambahkan CuO pada katalis CaO menunjukkan aktivitas katalitik yang lebih baik. Pada studi ini, katalis CaO-CuO dengan variasi 3% berat Cu dalam CaO-CuO yang dikalsinasi pada suhu 550°C menunjukkan aktivitas katalitik tertinggi dengan *yield* biodiesel yang diperoleh pada bahan baku minyak goreng sebesar 94,43% dengan kemurnian sebesar 62,92%. Penggunaan katalis yang sama untuk transesterifikasi CPO juga menunjukkan aktivitas katalitik yang tinggi dengan *yield* yang diperoleh sebesar 85,90% dengan kemurnian yang diperoleh sebesar 68,22%. Katalis tersebut kembali diuji keefektifannya melalui uji regenerasi pada kedua bahan tersebut, dimana kemampuan regenerasi katalis saat 5 kali regenerasi sebesar 78,03% untuk bahan baku minyak goreng dan 67,24% untuk bahan baku CPO. Karakteristik katalis CaO-CuO dengan variasi 3% berat Cu dalam CaO-CuO yang dikalsinasi pada suhu 550°C menunjukkan bentuk tidak beraturan yang terdiri atas unsur Ca, Cu, dan O berdasarkan analisa SEM-EDX dan ukuran kristal katalis CaO-CuO dari analisa XRD sebesar 37,36 nm.