

**SKRIPSI**  
**PEMBUATAN KATALIS KOMPOSIT OKSIDA LOGAM CAO-CUO**  
**DENGAN PENAMBAHAN SENYAWA HIDROFOBİK**  
**TRICHLORO(HEXYL)SILANE UNTUK PROSES PEMBUATAN**  
**BODIESEL**



Diajukan oleh

Sebastian Abednego Purwacaraka NRP: 5203018022

Azarael Azariah Tjatura NRP: 5203018052

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

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

Nama : Sebastian Abednego Purwacaraka

NRP : 5203018022

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, 25 Maret 2022

Pembimbing I

Ir. Sandy Budi Hartono, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.99.0401

Pembimbing II

Ir. Aning Ajucitra, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.03.0563

**Dewan Penguji**

Ketua

Ir. Sheila Permatasari Santoso,  
Ph.D., IPM.

NIK 521.17.0971

Sekretaris

Ir. Sandy Budi Hartono Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.99.0401

Anggota

Jindrayani Nyoo Putro, Ph.D.

NIK.521.20.1227

Mengetahui



Prof. Dr. Suryadi Ismadi, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.99.0198



Ir. Sandy Budi Hartono,  
Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

### LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Azarael Azariah Tjatura

NRP : 5203018052

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, 25 Maret 2022

Pembimbing I

Ir. Sandy Budi Hartono, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.99.0401

Pembimbing II

Ir. Aning Ayucitra, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.03.0563

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Sheila Permatasari Santoso,  
Ph.D., IPM.

NIK 521.17.0971

Sekretaris

Ir. Sandy Budi Hartono Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.99.0401

Anggota

Jindrayani Nyoo Putro, Ph.D.

NIK.521.20.1227

Mengetahui

Prof. Ir. Suryadi Ismadi, Ph.D.,  
IPM.

NIK. 521.93.0198

Ir. Sandy Budi Hartono,  
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 : Sebastian Abednego Purwacaraka

NRP : 5203018022

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :

PEMBUATAN KATALIS KOMPOSIT OKSIDA LOGAM CAO-CUO  
DENGAN PENAMBAHAN SENYAWA HIDROFOBİK  
TRICHLORO(HEXYL)SILANE UNTUK PROSES 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, 17 Maret 2022

Yang menyatakan,



Sebastian Abednego Purwacaraka

NRP. 5203018022

## **LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Azarael Azariah Tjatura  
NRP : 5203018052

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul :

**PEMBUATAN KATALIS KOMPOSIT OKSIDA LOGAM CAO-CUO  
DENGAN PENAMBAHAN SENYAWA HIDROFOBİK  
TRICHLORO(HEXYL)SILANE UNTUK PROSES 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, 17 Maret 2022

Yang menyatakan,



Azarael Azariah Tjatura  
NRP. 5203018052

## 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, 17 Maret 2022

Mahasiswa,



Sebastian Abednego Purwacaraka

NRP. 5203018022

## 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, 17 Maret 2022

Mahasiswa,



Azrael Azariah Tjatura

NRP. 5203018052

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmatNya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi ini dengan tepat waktu. Adapun laporan akhir skripsi ini adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Laporan akhir skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dengan bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil. Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan.
2. Ir. Aning Ayucitra, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan 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 dukungan secara materi maupun non-materi, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi.

Kami mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan laporan yang tidak diketahui sebelumnya. Akhir kata, kami berharap semoga laporan akhir skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi para pembaca.

Surabaya, 17 Maret 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
INTISARI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan Penelitian.....	2
I.3. Pembatasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1. Biodiesel.....	4
II.2. Transesterifikasi dan Esterifikasi .....	5
II.3.    Katalis .....	6
II.3.1.    Katalis CaO .....	7
II.3.2.    Katalis CaO-Oksida Logam Golongan Transisi .....	8
II.3.3. <i>Co-precipitation</i> .....	10
II.3.4.    Modifikasi Permukaan Katalis .....	10
BAB III METODE PENELITIAN .....	12
III.1. Bahan dan Alat.....	12
III.1.1. Bahan .....	12
III.1.2. Alat.....	12
III.2. Metode Kerja .....	12

III.2.1. Sintesa Katalis CaO-CuO.....	12
III.2.2. Modifikasi katalis dengan Trichloro(Hexyl)Silane .....	13
III.2.3. Pretreatment Crude Palm Oil .....	14
III.2.4. Esterifikasi <i>Crude Palm Oil</i> .....	14
III.2.5. Uji efektifitas CaO-CuO pada proses transesterifikasi minyak kedelai.....	15
III.2.6. Uji efektifitas CaO-CuO pada proses transesterifikasi minyak kedelai dan CPO dengan kondisi subkritis metanol.....	15
III.2.7. Pemakaian Kembali Katalis .....	16
III.2.9. Uji karakteristik katalis .....	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
IV.1. Transesterifikasi Minyak Kedelai .....	18
IV.2. Modifikasi Katalis .....	19
IV.3. Transesterifikasi dan Esterifikasi CPO .....	20
IV.4. Pengaruh Kondisi Subkritis Metanol .....	21
IV.5. Karakterisasi Katalis .....	23
IV.5.1. FTIR.....	23
IV.5.2. SEM-EDX.....	24
IV.5.3. XRD .....	26
IV.5.4. Gas Chromatography (GC) .....	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
V.1. Kesimpulan .....	29
V.2. Saran .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN.....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar IV. 1. Grafik perbandingan massa bahan baku dengan yield biodiesel .....	18
Gambar IV. 2. Grafik perbandingan penambahan <i>trichloro(hexyl)silane</i> dengan yield biodiesel .....	20
Gambar IV. 3. Grafik yield biodiesel dari CPO .....	21
Gambar IV. 4. Grafik yield biodiesel pada kondisi subkritis .....	22
Gambar IV. 5. Hasil FTIR CaO-CuO .....	23
Gambar IV. 6. Hasil SEM CaO-CuO .....	24
Gambar IV. 7. Grafik EDX CaO-CuO .....	25
Gambar IV. 8. Hasil analisa EDX CaO-CuO .....	25
Gambar IV. 9. Grafik XRD CaO-CuO .....	26
Gambar IV. 10. Grafik GC Minyak Kedelai .....	27
Gambar IV. 11. Grafik GC CPO .....	27

## **DAFTAR TABEL**

Tabel II. 1. Standar dan mutu biodiesel (SNI, 2015) .....	5
Tabel IV. 1. Komposisi Biodiesel .....	28

## INTISARI

Katalis homogen adalah katalis yang telah banyak digunakan untuk pembuatan biodiesel, katalis ini mampu menghasilkan yield biodiesel yang tinggi. Namun dengan kelebihan katalis homogen, terdapat beberapa kekurangan seperti terbentuknya sabun, mengakibatkan peralatan cepat korosi, dan juga susah untuk dipisahkan dengan tujuan penggunaan kembali. Oleh karena itu pengembangan katalis heterogen dilakukan untuk menjawab kekurangan katalis homogen. Katalis heterogen yang banyak dikembangkan yaitu kalsium oksida (CaO) dikarenakan bahan baku yang mudah di dapat. Katalis kalsium oksida (CaO) memiliki beberapa kekurangan seperti ketidakstabilan yang membuat penurunan yield yang signifikan, dan juga memiliki luas permukaan rendah, karena itu pada penelitian ini untuk mengoptimalkan katalis kalsium oksida (CaO) dilakukan penggabungan dengan tembaga oksida (CuO) dengan metode kopresipitasi dengan melakukan variasi perbandingan pada massa bahan baku kalsium (Ca) dengan tembaga (Cu). Selain itu CaO-CuO ini kemudian dilakukan modifikasi permukaan dengan penambahan organochlorosilane yaitu *trichloro(hexyl)silane*. Modifikasi permukaan ini bertujuan untuk meningkatkan hidrofobisitas katalis sehingga kemampuan adsorpsi katalis menjadi lebih baik. Katalis dengan hasil terbaik kemudian ditransesterifikasi pada kondisi subkritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan massa bahan baku kalsium (Ca) berbanding tembaga (Cu) 2:1 menghasilkan yield biodiesel tertinggi yaitu 91,82% pada minyak kedelai. Namun pada saat dilakukan modifikasi permukaan dengan *trichloro(hexyl)silane*, yield biodiesel mengalami penurunan sekitar 4%, hal ini dapat disebabkan karena terblokirnya *active site* katalis. Dari percobaan yang ada juga diketahui bahwa pada kondisi subkritis yield biodiesel yang sama dapat dicapai pada waktu yang lebih cepat, hal ini dikarenakan pada kondisi subkritis laju reaksi akan meningkat dan kontak antara minyak dengan metanol juga akan menjadi lebih baik. Pada pemakaian kembali, katalis menunjukkan kestabilan dengan tidak terjadi penurunan yield yang signifikan. Pada percobaan pemakaian kembali katalis dilakukan dengan *Crude Palm Oil* (CPO) yang terlebih dahulu melalui tahap esterifikasi, hasil pertama menunjukkan yield biodiesel sebesar 83,05%, dan pada pemakaian ke-empat yield turun menjadi 75,12%.