

**PERAN KATALIS HETEROGEN CaO/TiO_2 UNTUK
PRODUKSI BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO)**



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH :

**DWI NUR FEBRY YANTI
062140422537**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERAN KATALIS HETEROGEN CaO/TiO_2 UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO)

OLEH :

DWI NUR FEBRY YANTI
062140422537

Palembang, Juli 2025

Menyetujui,
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. Mustain Zamhari, M.Si.
NIP. 196106181989031004



Dr. Ir. Muhammad Yezam, M.T.
NIP. 196107091989031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T.
NIP. 197201131997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSANTEKNIK KIMIA
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telepon 0711-353414 Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik
Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
pada Tanggal 21 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Tahdid, S.T., M.T.
NIP. 197201131997021001
2. Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP. 197306211999032001
3. Didiek Hadi Nugroho, S.T., M.T.
NIP. 198010302023211007
4. Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.
NIP. 199410032022032012

Tanda Tangan

()
()
()
()

Palembang, Juli 2025
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan (D-IV)
Teknologi Kimia Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP. 197306211999032001



MOTTO

"Hanya kepada-Mu lah kami menyembah, dan hanya kepada-Mu lah kami memohon pertolongan."

(QS. Al-Fatihah:5)

“Aku tidak butuh gelar atau pekerjaanmu kelak. Aku hanya ingin satu hal: tolong bantu aku dengan menjaga dirimu ; tetap hidup, tetap sehat, dan jalani semua yang terjadi. Selalu percaya kepada Allah. Jika Allah memberimu rasa sakit sedalam ini, pasti akan dibalas dengan kebahagiaan yang sebanding. Tapi saat kebahagiaan itu datang, jangan pernah lupa pada rasa sakit yang dulu kau rasakan.”

(Ibunda Tercinta)

“Kebaikan itu jangan dilihat siapa yang bicara.”

“Kadang hidup nggak harus langsung paham yang penting jalan dulu. Kalau lagi jatuh, ketawa aja dulu bareng temen, nanti kuatnya nyusul. Hidup itu bukan soal siapa cepat, tapi siapa yang tahan terus jalan meski pelan.”

(Abdur, Arie, Mamat, Praz: Titik Kumpul)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail: kimia@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Nur Febry Yanti
NPM : 062140422537
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : Sarjana Terapan (DIV) Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul "Peran Katalis Heterogen CaO/TiO_2 untuk Produksi Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO), tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No.17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Pembimbing I,

Ir. Mustain Zamhari., M.Si.
NIP. 196106181989031004

Palembang, Juli 2025

Penulis,

Dwi Nur Febry Yanti
NPM 062140422537

Pembimbing II,

Dr. Ir. Muhammad Yertzam, M.T.
NIP. 196107091989031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir yang berjudul "Peran Katalis Heterogen CaO/TiO₂ untuk Produksi Biodiesel dari *Crude Palm Oil* (CPO)". Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya,
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya,
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
5. Dr. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
6. Ir. Mustain Zamhari, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
7. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
8. Ishar Fadli, selaku Pembimbing Lapangan di PT. Semen Baturaja Tbk.
9. Mufty Hakim, selaku Pembimbing Lapangan di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dan Farly Yanida, selaku analis yang tak hanya membantu menyelesaikan penelitian ini, tapi juga hadir memberi pemahaman dan ketenangan di saat semuanya terasa rumit.
10. PLP Laboratorium Teknik Kimia, yang sudah membantu dan memberikan ilmu-ilmu selama penelitian di Laboratorium.
11. Kedua orang tua, Bapak Wijak Darmanto dan Ibu Mardiyana M., yang selalu

memanjatkan doa dalam diam dan terang-terangan, serta tak henti memberikan motivasi dan keyakinan untukku. Terima kasih atas segala dukungan, baik materi maupun moril, yang menjadi pijakan kuat selama penyusunan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini. Dalam setiap langkahku, ada cinta kalian yang diam-diam menjadi pelindung; dan dalam setiap pencapaian, ada harapan kalian yang tak pernah padam.

12. Kakak dan adik, Nadya Lorita Rizki dan Imelda Febri Winarni, yang selalu setia membantu menyelesaikan berbagai tugas rumah selama saya menjalani proses Tugas Akhir ini. Terima kasih atas pengertian, bantuan, dan kesabaran yang begitu berarti dalam perjalanan ini.
13. Sahabat, Naylah Rachma Sari tempat pulang kedua setelah keluarga, yang selalu setia memberikan doa dan dukungan tanpa henti, yang tak akan pernah mampu terbalas. Tempat berteduh di kala badai menerpa, dan ruang ternyaman untuk menjadi diri sendiri. Terima kasih juga untuk keluarganya yang telah ikut mendoakan dan menyemangati di setiap langkah perjalanan ini.
14. Rekan penelitian, InayahTullah Ramadhani, yang telah setia bersama sejak awal—saling mendukung dan membantu tanpa lelah hingga tuntasnya penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.
15. Teman, Patia Risky dan Veronita Simatupang, yang selalu meyakinkan bahwa semua ini pasti bisa dilalui dan akan selesai pada waktunya. Di tengah lelah dan ragu, kalian hadir seperti pelipur lara mengingatkan bahwa perjalanan ini tak harus sendiri, dan bahwa hati yang percaya akan selalu menemukan jalannya.
16. Umi Ari, Umi Eka, Mba Ratih, dan Mba Nurul yang dengan tulus menguatkan ku lewat dukungan spiritual yang tak ternilai. Di tengah gelisah dan guncangnya hati, kalian hadir dengan nasihat, doa, dan ketenangan yang menuntunku kembali pada keyakinan. Terima kasih telah menjadi cahaya yang mengingatkanku bahwa seberat apa pun perjalanan, hati yang dekat dengan Allah akan selalu menemukan jalan pulang.
17. Para pemberi semangat, teman-teman SMA saya “CG”, dengan segala usaha

dan kebersamaan yang telah dilalui. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini, dari dulu, sekarang, dan semoga hingga nanti tetap kebersamai dalam melangkah menjalani kehidupan.

18. Teman seperjuangan “Labrak KIC Spontan Uhuy” yang telah bersama-sama menapaki setiap langkah dalam proses meraih gelar ini, khususnya Monica Adelya yang selalu meluangkan waktunya dan memberikan telinganya untuk mendengarkan setiap keluh kesah hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
19. Dwi Nur Febry Yanti, karena telah bertahan melewati segala kebaikan dan keburukan yang datang silih berganti, tanpa menyerah, hingga akhirnya sampai pada titik di mana apa yang diinginkan perlahan menjadi nyata.
20. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini melalui saran, doa, maupun dukungan dalam bentuk apa pun yang tak mungkin dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih telah menjadi bagian dari langkah-langkah kecil yang membawa perjalanan ini sampai pada akhirnya. Kehadiran kalian, meski mungkin hanya sebentar, meninggalkan jejak yang hangat dalam setiap halaman perjuangan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, ada banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis menyambut baik seluruh saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi para pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

PERAN KATALIS HETEROGEN CaO/TiO_2 UNTUK PRODUKSI BIODIESEL DARI *CRUDE PALM OIL* (CPO)

(Dwi Nur Febry Yanti, 2025 ; 58 Halaman, 6 Tabel, 7 Gambar, 3 Lampiran)

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperoleh melalui proses transesterifikasi minyak nabati, seperti *Crude Palm Oil* (CPO). Untuk meningkatkan efisiensi produksi biodiesel, diperlukan katalis yang efektif dan memiliki aktivitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan menganalisis katalis CaO/TiO_2 berbasis batu kapur serta mengkaji pengaruhnya terhadap efisiensi konversi CPO menjadi biodiesel. Batu kapur mengandung CaO sebesar 53,51% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar katalis. Setelah dikombinasikan dengan TiO_2 , terbentuk katalis CaO/TiO_2 dengan kandungan TiO_2 sebesar 37,34% yang stabil dan sesuai untuk produksi biodiesel. TiO_2 berperan dalam membantu penyebaran CaO secara merata, mencegah penggumpalan, serta meningkatkan efisiensi reaksi antara minyak dan metanol. Karakterisasi katalis dilakukan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) untuk mengidentifikasi unsur kimia penyusun serta persentase komposisinya. Pengaruh katalis terhadap kualitas biodiesel dianalisis melalui pengujian densitas, viskositas, angka asam, dan angka penyabunan. Variasi yang diteliti meliputi massa katalis (3%, 5%, 7%, dan 9%) dan waktu reaksi (110, 120, dan 130 menit). Hasil menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada massa katalis 7% dan waktu reaksi 120 menit, dengan %yield sebesar 86,4% dan karakteristik biodiesel yang memenuhi standar SNI 7182:2015. Penurunan efisiensi terjadi pada massa katalis yang terlalu tinggi akibat kecenderungan terbentuknya reaksi samping seperti saponifikasi.

Kata kunci: Biodiesel, CaO/TiO_2 , *Crude Palm Oil* (CPO)

ABSTRACT

THE ROLE OF HETEROGENEOUS CaO/TiO₂ CATALYST IN BIODIESEL PRODUCTION FROM CRUDE PALM OIL (CPO)

(Dwi Nur Febry Yanti, 2025; 58 Pages, 6 Tables, 7 Figures, 3 Appendices)

Biodiesel is an environmentally friendly alternative fuel that can be synthesized through the transesterification of vegetable oils, such as Crude Palm Oil (CPO). To enhance the efficiency of biodiesel production, the use of an effective catalyst with high catalytic activity is essential. This study aims to synthesize and characterize a limestone-based CaO/TiO₂ heterogeneous catalyst and to evaluate its effect on the conversion efficiency of CPO into biodiesel. Limestone, which contains 53.51% CaO, was utilized as a raw material for catalyst preparation. Upon the addition of TiO₂, a CaO/TiO₂ catalyst with a TiO₂ content of 37.34% was successfully formed, demonstrating chemical stability and suitability for biodiesel production. TiO₂ contributed to the uniform dispersion of CaO, prevented agglomeration, and improved the interaction between oil and methanol during the reaction process. The catalyst was characterized using X-Ray Fluorescence (XRF) to determine its elemental composition and distribution. The influence of the catalyst on biodiesel quality was assessed by measuring density, viscosity, acid value, and saponification value. The study investigated variations in catalyst loading (3%, 5%, 7%, and 9%) and reaction time (110, 120, and 130 minutes). The optimal condition was achieved at 7% catalyst loading and 120 minutes of reaction time, resulting in a biodiesel yield of 86.4% with physicochemical properties that met the Indonesian National Standard (SNI 7182:2015). A decrease in efficiency was observed at higher catalyst loadings due to the occurrence of side reactions such as saponification.

Keywords: Biodiesel, CaO/TiO₂, Crude Palm Oil (CPO)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Relevansi	4
1.6 <i>State of Art</i>	5
1.7 <i>Novelty</i> (Kebaruan)	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Biodiesel.....	8
2.2 Batu Kapur dalam Produksi Biodiesel	9
2.3 Katalis CaO/TiO ₂	10
2.4 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	11
2.5 Metode Kalsinasi.....	12
2.6 Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	18
3.4 Prosedur Percobaan	18
3.5 Diagram Alir	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil	31
4.2 Pembahasan.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Diagram Alir Preparasi Batu Kapur	19
3.2 Diagram Alir Preparasi Batu Kapur Menjadi CaO	20
3.3 Diagram Alir Preparasi Katalis CaO/TiO ₂	21
3.4 Diagram Alir Penentuan Kandungan Asam Lemak Bebas (ALB).....	22
3.5 Diagram Alir Proses Esterifikasi	23
3.6 Diagram Alir Proses Transesterifikasi	24
4.1 Produk Biodiese	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 SNI Biodiesel	9
3.1 Bahan yang digunakan	16
3.2 Alat yang digunakan.....	17
4.1 Hasil analisa XRF CaO dan CaO/TiO ₂	31
4.2 Hasil analisa densitas, viskositas, angka saponifikasi, angka asam dan % <i>yield</i> biodiesel	32
4.3 Hasil analisa titik nyala dan angka setana biodiesel.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data pengamatan	45
B. Perhitungan.....	47
C. Dokumentasi.....	56