UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Impregnasi CaO Pada SiO2 Termodifikasi Material Magnetik Alam Untuk Katalis Transesterifikasi Minyak
Sawit Mentah Menjadi Metil Ester**
Fitricia Nisa Indriani, Prof. Dr.rer.nat. Nuryono, M.S. ; Prof. Indriana Kartini, S.Si., M.Si., Ph.D.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# IMPREGNASI CaO PADA $SiO_2$ TERMODIFIKASI MATERIAL MAGNETIK ALAM UNTUK KATALIS TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT MENTAH MENJADI METIL ESTER

Fitricia Nisa Indriani
22/493952/PA/21231

## INTISARI

Katalis kalsium oksida terimpregnasi pada silika yang termodifikasi material magnetik alam (MM-$SiO_2$/CaO) telah berhasil disintesis, dikarakterisasi, dan diaplikasikan pada reaksi transesterifikasi minyak sawit mentah (MSM) menjadi metil ester (ME). Tahap pertama adalah sintesis material magnetik-termodifikasi silika (MM-$SiO_2$) melalui metode sol-gel menggunakan prekursor tetraetoksisilan (TEOS) dan templat setiltrimetilamonium bromida (CTAB), dilanjutkan dengan impregnasi basah CaO dengan variasi persentase MM-$SiO_2$ 10, 20, dan 30%, sehingga diperoleh katalis 10% MM-$SiO_2$/CaO, 20% MM-$SiO_2$/CaO, dan 30% MM-$SiO_2$/CaO. Katalis yang telah dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan instrumen XRD, FTIR, SAA, dan SEM-EDX *Mapping*. Transesterifikasi dengan tiga jenis katalis MM-$SiO_2$/CaO dioptimasi dengan memvariasi rasio mol minyak:metanol, berat katalis, dan waktu reaksi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis 10% MM-$SiO_2$/CaO, 20% MM-$SiO_2$/CaO, dan 30% MM-$SiO_2$/CaO memiliki luas permukaan spesifik secara berturut turut yaitu 7,60; 11,68; dan 12,91 $m^2/g$ dengan volume pori total 0,0527; 0,0608; dan 0,1189 $cm^3/g$ serta diameter pori-pori katalis sebesar 27,77; 20,81; dan 36,83 nm yang menunjukkan terbentuknya struktur mesopori. Katalis 20% MM-$SiO_2$/CaO menunjukkan performa katalitik paling baik dibandingkan katalis cangkang telur ayam, CaO, MM-$SiO_2$, 10% MM-$SiO_2$/CaO, dan 30% MM-$SiO_2$/CaO. Katalis MM-$SiO_2$/CaO pada kondisi optimum (rasio mol minyak:metanol 1:21, berat katalis 3%, dan waktu reaksi 3 jam), 20% MM-$SiO_2$/CaO mampu menghasilkan metil ester sebesar 84,88%. Uji stabilitas katalis diperoleh 20% MM-$SiO_2$/CaO memiliki stabilitas yang baik, hingga siklus ketiga terjadi penurunan aktivitas menjadi 62,04%. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa katalis MM-$SiO_2$/CaO memiliki potensi yang baik sebagai katalis basa heterogen dalam reaksi transesterifikasi MSM.

Kata kunci: kalsium oksida, metil ester, minyak sawit, silika, transesterifikasi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Impregnasi CaO Pada SiO2 Termodifikasi Material Magnetik Alam Untuk Katalis Transesterifikasi Minyak**
**Sawit Mentah Menjadi Metil Ester**
Fitricia Nisa Indriani, Prof. Dr.rer.nat. Nuryono, M.S. ; Prof. Indriana Kartini, S.Si., M.Si., Ph.D.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# IMPREGNATION OF CaO ON NATURAL MAGNETIC MATERIAL MODIFIED $SiO_2$ FOR TRANSESTERIFICATION CATALYST OF CRUDE PALM OIL INTO METHYL ESTER

Fitricia Nisa Indriani
22/493952/PA/21231

## ABSTRACT

Calcium oxide catalyst impregnated on silica modified with natural magnetic material (MM-$SiO_2$/CaO) was successfully synthesized, characterized, and applied to the transesterification reaction of crude palm oil (CPO) into methyl ester (ME). The first stage involved the synthesis of magnetic material-modified silica (MM-$SiO_2$) through the sol-gel method using tetraethyl orthosilicate (TEOS) as the precursor and cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) as the template. This was followed by the wet impregnation of CaO with MM-$SiO_2$/CaO at 10, 20, and 30%, resulting in catalyst 10% MM-$SiO_2$/CaO, 20% MM-$SiO_2$/CaO, and 30% MM-$SiO_2$/CaO. The synthesized catalyst was systematically characterized using XRD, FTIR, SAA, and SEM-EDX Mapping. The transesterification reaction using the three types of MM-$SiO_2$/CaO catalysts was optimized by varying the oil:methanol molar ration, catalyst weight, and reaction time.

The results indicated that the 10% MM-$SiO_2$/CaO, 20% MM-$SiO_2$/CaO, and 30% MM-$SiO_2$/CaO catalysts exhibited specific surface areas of 7.60; 11.68; and 12.91 $m^2/g$, respectively, with total pore volume of 0.0527; 0.0608; and 0.1189 $cm^3/g$, and pore diameters of 27.77; 20.81; and 36.83 nm, confirming the formation of a mesoporous structure. The 20% MM-$SiO_2$/CaO catalyst showed better performance than eggshell-derived catalyst, pure CaO, MM-$SiO_2$, 10% MM-$SiO_2$/CaO, and 30% MM-$SiO_2$/CaO. At the optimum conditions (oil:methanol molar ratio 1:21, weight of catalyst 3%, reaction time 3 hours), the 20% MM-$SiO_2$/CaO produced a methyl esters yield of 84.88%. Stability tests revealed that the 20% MM-$SiO_2$/CaO catalyst showed good stability, although its activity decreased to 62.04% by the third cycle. Overall, is study showed that the MM-$SiO_2$/CaO catalyst has significant potential as a heterogeneous base catalyst for the transesterification of crude palm oil.

Keywords: calcium oxide, crude palm oil, methyl ester, silica, transesterification.