



HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xii
DAFTAR PUBLIKASI	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	2
I.1 Latar Belakang	2
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	6
I.4 Kebaruan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	8
II.1 Tinjauan Pustaka	8
II.1.1 Biodiesel dari limbah minyak sawit	8
II.1.2 Katalis untuk biodiesel dari limbah minyak sawit	11
II.1.3 Silika mesopori	12
II.1.4 Katalis asam berbasis silika	14
II.1.5 Katalis basa berbasis silika	17
II.1.6 Sintesis dengan bantuan gelombang mikro	21
II.2 Perumusan Hipotesis	24
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	24
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	24
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	25
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	25

II.2.5 Perumusan hipotesis 5	26
II.2.6 Rancangan penelitian	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	29
III.1 Bahan Penelitian	29
III.2 Alat Penelitian	29
III.3 Prosedur Penelitian	29
III.3.1 Preparasi silika ( $SiO_2$ ) dari TEOS	29
III.3.2 Preparasi katalis asam $SO_4/SiO_2$	30
III.3.3 Penentuan total keasaman katalis $SO_4/SiO_2$	31
III.3.4 Preparasi katalis basa $KF/SiO_2$	31
III.3.5 Penentuan kebasaaan katalis $KF/SiO_2$	32
III.3.6 Preparasi limbah minyak sawit	32
III.3.7 Uji aktivitas katalitik: esterifikasi limbah minyak sawit menggunakan katalis asam silika tersulfatasi	33
III.3.8 Uji aktivitas katalitik: transesterifikasi limbah minyak sawit hasil esterifikasi menggunakan katalis basa $KF/SiO_2$	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	36
IV.1 Karakterisasi dan Analisis Material Katalis Asam ( $SO_4/SiO_2$ ) dan Katalis Basa ( $KF/SiO_2$ )	36
IV.1.1 Analisis gugus fungsi menggunakan <i>fourier transform infrared</i> (FTIR)	36
IV.1.2 Analisis kristalinitas katalis menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	45
IV.1.3 Analisis morfologi permukaan dengan <i>scanning electron microscope-energy dispersive x-ray</i> (SEM-EDX)	49
IV.1.4 Karakterisasi stabilitas termal dengan <i>thermogravimetric analysis – differential thermal analyzer</i> (TGA-DTA)	52
IV.1.5 Analisis sifat struktur permukaan katalis dengan <i>surface area analyzer</i> (SAA)	54
IV.1.6 Pengaruh pemanasan menggunakan gelombang mikro ( <i>microwave</i> ) pada karakteristik silika	62

IV.2 Aplikasi material katalis asam ( $SO_4/SiO_2$ ) dan katalis basa ( $KF/SiO_2$ )	67
IV.2.1 Esterifikasi limbah minyak sawit menggunakan katalis asam ( $SO_4/SiO_2$ )	67
IV.2.2 Transesterifikasi limbah minyak sawit menggunakan katalis basa ( $KF/SiO_2$ )	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	78
V.1 Kesimpulan	78
V.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	88