

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR PUBLIKASI	xiv
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar belakang	1
I.2 Tujuan penelitian	6
I.3 Manfaat penelitian	6
I.4 Kebaharuan penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	10
II.1 Tinjauan Pustaka	10
II.1.1 Silika mesopori	10
II.1.2 Struktur mesopori	11
II.1.3 Katalis	12
II.1.4 Metode sintesis sol-gel	13
II.1.5 Sistem katalis logam pengembangan	14
II.1.6 Hidrorengkah minyak goreng bekas	15
II.2 Perumusan Hipotesis	17
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	17
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	17
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	18
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	19
II.2.5 Rancangan penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
III.1 Bahan dan Alat Penelitian	22
III.1.1 Bahan penelitian	22
III.1.2 Alat penelitian	22
III.2 Prosedur Penelitian	23
III.2.1 Ekstraksi SiO <sub>2</sub> dari pasir pantai	23
III.2.2 Sintesis silika mesopori (SM) dari silika pasir Pantai Parangtritis tercetak DDA ekstrak (SiO <sub>2</sub> ) dengan metode sol-gel	25
III.2.3 Sintesis katalis Ni/SM, Pt/SM, dan modifikasinya dengan metode impregnasi	26
III.2.4 Uji keasaman menggunakan metode gravimetri	28

III.2.5	Pengukuran luas permukaan, volume total pori, dan diameter pori	29
III.2.6	Analisis XRD	30
III.2.7	Analisis SEM-EDX	30
III.2.8	Analisis TEM	30
III.2.9	Uji aktivitas dan selektivitas katalis	31
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		34
IV.1	Sintesis Silika dari Pasir Pantai	34
IV.1.1	Ekstraksi silika dari pasir Pantai Parangtritis	35
IV.1.2	Karakterisasi gugus-gugus fungsi silika mesopori (SM)	38
IV.1.3	Isoterm adsorpsi-desorpsi N <sub>2</sub> SM	39
IV.2	Karakterisasi Katalis Ni/SM	40
IV.2.1	Uji keasaman katalis Ni/SM	40
IV.2.2	Karakterisasi gugus fungsi katalis Ni/SM	40
IV.2.3	Karakterisasi kristalinitas katalis Ni/SM	42
IV.2.4	Karakterisasi morfologi katalis Ni/SM menggunakan SEM-EDX	43
IV.2.5	Data porositas katalis Ni/SM	46
IV.3	Karakterisasi Katalis Pt/SM	51
IV.3.1	Uji keasaman katalis Pt/SM	51
IV.3.2	Karakterisasi gugus fungsi katalis Pt/SM	51
IV.3.3	Karakterisasi kristalinitas katalis Pt/SM	52
IV.3.4	Karakterisasi morfologi katalis Pt/SM menggunakan SEM-EDX	53
IV.3.5	Data porositas katalis Pt/SM	55
IV.4	Karakterisasi Katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM	58
IV.4.1	Uji keasaman katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM	58
IV.4.2	Karakterisasi gugus fungsi katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM	59
IV.4.3	Karakterisasi kristalinitas katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM	60
IV.4.4	Karakterisasi morfologi katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM menggunakan SEM-EDX	61
IV.4.5	Data porositas katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM	62
IV.5	Uji Aktivitas dan Selektivitas Katalis	63
IV.5.1	Uji aktivitas dan selektivitas katalis SM, Ni/SM, dan Ni/SBA-15 pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi bahan bakar	63
IV.5.2	Uji aktivitas dan selektivitas katalis Pt/SM dan Pt/SBA-15 pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi bahan bakar	67
IV.5.3	Uji aktivitas dan selektivitas katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi bahan bakar	70
IV.5.4	Uji <i>reusability</i> katalis Ni/SM pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi <i>biofuel</i>	72



IV.5.5	Uji stabilitas <i>reusability</i> katalis Pt/SM pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi <i>biofuel</i>	75
IV.5.6	Uji stabilitas <i>reusability</i> katalis Ni-Pt/SM dan Pt-Ni/SM pada proses hidrorengkah minyak goreng bekas menjadi <i>biofuel</i>	77
IV.5.7	Hasil karakterisasi produk bahan bakar	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		82
V.1	Kesimpulan	82
V.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN		93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Pendekatan sintesis material mesopori metode pencetak lunak dan keras ( <i>soft dan hard templating</i> )	11
Gambar II.2.	Tahapan reaksi minyak goreng bekas menjadi hidrokarbon	16
Gambar III.1.	Diagram alir prosedur sintesis silika dari pasir pantai	24
Gambar III.2.	Diagram alir prosedur pembuatan silika mesopori menggunakan cetakan DDA	26
Gambar III.3.	Diagram alir prosedur sintesis katalis Ni/SM, Pt/SM, dan modifikasinya	28
Gambar III.4.	Diagram alir prosedur uji aktivitas dan <i>reusability</i> katalis pada proses hidrorengkah	31
Gambar III.5.	Rangkaian alat reaktor hidrorengkah	33
Gambar IV.1.	Spektra FTIR pada silika yang berasal dari Pantai Parangtritis (a) dan silika standard komersial (b)	37
Gambar IV.2.	Spektra FTIR (a) silika pasir, (b) silika standard, (c) SM(a), (d) SM(b), (e) SM(c), dan (f) SM(d)	38
Gambar IV.3.	Spektra FTIR (a) pasir, (b) silika, (c) SM, (d) Ni(1)/SM, (e) Ni(5)/SM, (f) Ni(10)/SM, and (g) Ni(1)/SBA-15	41
Gambar IV.4.	Difraktogram XRD (a) pasir, (b) silika, (c) SM, (d) Ni(1)/SM, (e) Ni(5)/SM, (f) Ni(10)/SM, and (g) Ni(1)/SBA-15	43
Gambar IV.5.	Morfologi katalis (a) pasir, (b) silika, (c) SM, (d) Ni (1)/SM, (e) Ni(5)/SM, (f) Ni(10)/SM10, (g) Ni(1)/SBA-15	43
Gambar IV.6.	Morfologi <i>EDX-Mapping</i> katalis (a) Ni(1)/SM, (b) Ni(5)/SM, (c) Ni(10)/SM	46
Gambar IV.7.	Grafik adsorpsi-desorpsi isoterm (a) silika, (b) SM, (c) Ni(1)/SM, (d) Ni(5)/SM, (e) Ni(10)/SM, dan (f) Ni(1)/SBA-15	49
Gambar IV.8.	Grafik distribusi pori terhadap volume untuk (a) silika, (b) SM, (c) Ni(1)/SM, (d) Ni(5)/SM, (e) Ni(10)/SM, dan (f) Ni(1)/SBA-15	50
Gambar IV.9.	Hasil analisis FTIR katalis Pt/SM dan Pt/SBA-15; (a) Pasir, (b) Silika, (c) SM, (d) Pt(5)/SM, (e) Pt(10)/SM, (f) Pt(15)/SM, (g) Pt(1)/SBA-15	52
Gambar IV.10.	Difraktogram XRD katalis Pt/SM dan Pt/SBA-15; (a) SM, (b) Pt(5)/SM, (c) Pt(10)/SM, (d) Pt(15)/SM, dan (e) Pt(1)/SBA-15	53
Gambar IV.11.	Hasil analisis morfologi menggunakan SEM-EDX katalis Pt/SM, (a) Pt(5)/SM, (b) Pt(10)/SM, (c) Pt(15)/SM, dan (d) Pt(1)/SBA-15	54
Gambar IV.12.	Adsorpsi desorpsi (a) silika, (b) SM, (c) Pt(5)/SM, (d) Pt(10)/SM, (e) Pt(15)/SM, dan (f) Pt(1)/SBA-15	57
Gambar IV.13.	Distribusi pori (a) silika, (b) SM, (c) Pt(5)/SM, (d) Pt(10)/SM, (e) Pt(15)/SM, dan (f) Pt(1)/SBA-15	58
Gambar IV.14.	Hasil analisis FTIR untuk (a) pasir, (b) silika, (c) SM, dan (d) Ni(1)-Pt(1)/SM	60
Gambar IV.15.	Difraktogram XRD: untuk (a) silika, (b) SM, dan (d) Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	60



Gambar IV.16.	Hasil analisis morfologi menggunakan SEM-EDX katalis (a) Ni(1)-Pt(1)/SM dan (b) Pt(1)-Ni(1)/SM	62
Gambar IV.17.	Kromatogram GC-MS perengkahan termal (a) dan (b) perengkahan dengan katalis Ni/SM	65
Gambar IV.18.	Mekanisme reaksi hidrorengkah minyak goreng bekas (Khodadadi <i>et al.</i> , 2020)	67
Gambar IV.19.	Kromatogram GC-MS perengkahan dengan katalis (a)Pt(1)/SM dan (b) Pt(1)/SBA-15	68
Gambar IV.20.	Kromatogram GC-MS perengkahan dengan katalis (a)Ni(1)-Pt(1)/SM dan (b) Pt(1)-Ni(1)/SM	73
Gambar IV.21.	Hasil analisis morfologi menggunakan TEM sebelum dan sesudah penggunaan katalis Ni (1)/SM	74
Gambar IV.22.	Hasil analisis morfologi menggunakan TEM sebelum dan sesudah penggunaan katalis Ni(1)-Pt(1)/SM ((a) sebelum dan (b) sesudah) serta katalis Pt(1)-Ni(1)/SM ((c) sebelum dan (d) sesudah	78

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1.	Kandungan unsur (% b) dalam Pasir Pantai Sepanjang, Pantai Parangtritis, dan Pantai Glagah	35
Tabel IV.2.	Analisis kandungan unsur dalam silika	36
Tabel IV.3.	Hasil karakterisasi luas permukaan, diameter pori, dan volume pori katalis SM dan SBA-15	39
Tabel IV.4.	Hasil analisis SEM-EDX unsur pada katalis Ni/SM dan Ni/SBA-15	45
Tabel IV.5.	Hasil analisis GSA katalis Ni/SM	47
Tabel IV.6.	Hasil analisis unsur pada katalis Pt/SM dan Pt/SBA-15	54
Tabel IV.7.	Hasil analisis GSA katalis SM, Pt/SM, dan Pt/SBA-15	56
Tabel IV.8.	Hasil analisis SEM-EDX unsur pada katalis Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	61
Tabel IV.9.	Hasil analisis GSA katalis Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	62
Tabel IV.10.	Hasil uji aktivitas dan selektivitas katalis Ni/SM	63
Tabel IV.11.	Hasil analisis GC-MS produk cair hidrorengkah katalis Ni/SM	66
Tabel IV.12.	Hasil uji aktivitas dan selektivitas katalis Pt/SM	68
Tabel IV.13.	Hasil analisis GC-MS produk cair hidrorengkah katalis Pt/SM	70
Tabel IV.14.	Hasil uji aktivitas dan selektivitas katalis Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	70
Tabel IV.15.	Hasil analisis GC-MS produk cair hidrorengkah katalis Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	72
Tabel IV.16.	Hasil uji <i>reusability</i> katalis Ni/SM	73
Tabel IV.17.	Hasil uji <i>reusability</i> katalis Pt/SM	76
Tabel IV.18.	Hasil uji <i>reusability</i> katalis Ni(1)-Pt(1)/SM dan Pt(1)-Ni(1)/SM	77



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Spektra FTIR untuk berbagai sampel	93
Lampiran 2	Hasil analisis SEM <i>Mapping</i> untuk berbagai sampel	100
Lampiran 3	Difraktogram XRD untuk berbagai sampel	101
Lampiran 4	Hasil analisis SAA untuk berbagai sampel	109
Lampiran 5	Hasil analisis TEM untuk berbagai sampel	119
Lampiran 6	Hasil analisis GC-MS bahan bakar hasil hidrorengkah minyak goreng bekas untuk berbagai katalis	120
Lampiran 7	Hasil analisis sifat fisis bahan bakar hasil hidrorengkah minyak goreng bekas	123
Lampiran 8	Perhitungan berat logam yang diimpregnasikan	124

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

TEOS	<i>Tetra Ethyl Ortho Silicate</i>
CTAB	<i>Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide</i>
DDA	<i>Dodecyl Amine</i>
FFA	<i>Free fatty acids</i> (asam lemak bebas)
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
XRF	<i>X-Ray Fluorescence</i>
TEM	<i>Transmission Electron Microscopy</i>
SEM-EDX	<i>Scanning Electron Microscope and Energy Dispersive X-ray</i>
SAA	<i>Surface Area Analyzer</i>
GC-MS	<i>Gas Chromatography and Mass Spectroscopy</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
FAME	<i>Fatty acids methyl esters</i>
SM	Silika Mesopori
SBA-15	<i>Santa Barbara Acid-15</i>
Ni(1)/SM	Logam Ni terimpregnasi 1% terhadap silika mesopori
Ni(5)/SM	Logam Ni terimpregnasi 5% terhadap silika mesopori
Ni(10)/SM	Logam Ni terimpregnasi 10 % terhadap silika mesopori
Ni(1)/SBA-15	Logam Ni terimpregnasi 1% terhadap SBA-15
Pt(5)/SM	Logam Pt terimpregnasi 5% terhadap silika mesopori
Pt(10)/SM	Logam Pt terimpregnasi 10% terhadap silika mesopori
Pt(15)/SM	Logam Pt terimpregnasi 15% terhadap silika mesopori
Pt(1)/SBA-15	Logam Pt terimpregnasi 1% terhadap SBA-15



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**Sintesis Dan Karakterisasi Silika Mesopori Dari Pasir pantai Parangtritis Sebagai Pengemban Logam Nikel dan Platina untuk Katalis Hidrorengkah Minyak Goreng Bekas menjadi Bahan Bakar**  
Siti Salamah, Prof.Dra.Wega Trisunaryanti,M.Si.,Ph.,D.

Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>