

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | x |
| DAFTAR ISTILAH | xi |
| INTISARI | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Tujuan Penelitian | 4 |
| I.3 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS | 6 |
| II.1 Tinjauan Pustaka | 6 |
| II.1.1 Esterifikasi dengan katalis asam heterogen (SO_4/ZrO_2) | 6 |
| II.1.2 Transesterifikasi dengan basa heterogen (CaO/ZrO_2) | 9 |
| II.1.3 Metode <i>Microwave</i> | 11 |
| II.1.4 Biodiesel dari minyak jarak (<i>Castor oil</i>) | 11 |
| II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian | 14 |
| II.2.1 Perumusan hipotesis 1 | 14 |
| II.2.2 Perumusan hipotesis 2 | 15 |
| II.2.3 Perumusan hipotesis 3 | 16 |
| II.2.4 Rancangan penelitian | 16 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 18 |
| III.1 Bahan Penelitian | 18 |
| III.2 Alat Penelitian | 18 |
| III.3 Prosedur Penelitian | 19 |
| III.3.1 Preparasi katalis SO_4/ZrO_2 | 19 |
| III.3.2 Uji Aktivitas katalitik: Esterifikasi minyak jarak | 20 |
| III.3.3 Preparasi katalis CaO/ZrO_2 | 20 |
| III.3.4 Uji aktivitas katalitik: Transesterifikasi minyak jarak hasil esterifikasi | 21 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| IV.1 Karakterisasi Material SO_4/ZrO_2 | 22 |

| | |
|---|----|
| IV.2 Karakterisasi Material CaO/ZrO ₂ | 29 |
| IV.3 Aplikasi material untuk pembuatan biodiesel menggunakan metode iradiasi gelombang mikro | 35 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 42 |
| V.1 Kesimpulan | 42 |
| V.2 Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| LAMPIRAN | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar II.1 | Skema katalis-reaktan | 6 |
| Gambar II.2 | Situs Asam Brønsted dan Asam Lewis pada katalis SO_4/ZrO_2 | 8 |
| Gambar II.3 | Persamaan Reaksi Esterifikasi | 9 |
| Gambar II.4 | Mekanisme reaksi transesterifikasi dengan katalis | 10 |
| Gambar II.5 | Struktur kimia minyak castor | 13 |
| Gambar II. 6 | Mekanisme esterifikasi dengan katalis asam | 15 |
| Gambar II. 7 | Mekanisme transesterifikasi dengan katalis basa | 16 |
| Gambar III.1 | <i>Microwave Reactor</i> | 18 |
| Gambar III.2 | <i>Microwave Reactor</i> | 19 |
| Gambar IV. 1 | Spektra FTIR dengan variasi konsentrasi sulfat pada temperatur 500 °C | 22 |
| Gambar IV. 2 | Spektra FTIR uji asam dengan variasi konsentrasi | 23 |
| Gambar IV. 3 | Variasi kalsinasi dari 0.5 M SZ | 24 |
| Gambar IV.4 | Grafik Total Keasaman pada variasi konsentrasi | 25 |
| Gambar IV.5 | Grafik Total Keasaman pada variasi kalsinasi | 26 |
| Gambar IV.6 | XRD pattern 0.5 SZ variasi kalsinasi | 27 |
| Gambar IV.7 | Perbesaran 2000x (a), Perbesaran 2000x 0.5 M SZ 500 °C (b), Perbesaran 15000x ZrO_2 (c), Perbesaran 15000X 0.5 M SZ 500 (d) | 28 |
| Gambar IV.8 | Spektra FTIR dengan variasi rasio %b/b total pada temperatur 500 °C | 30 |
| Gambar IV.9 | Spektra FTIR 1:0.2 CaO/ZrO_2 dengan berbagai variasi Kalsinasi | 30 |
| Gambar IV.10 | Grafik Total Kebasaan dalam variasi rasio %b/b total | 31 |
| Gambar IV.11 | Grafik Total Kebasaan dalam variasi kalsinasi | 31 |
| Gambar IV.12 | XRD pattern 1:0.2 CaO/ZrO_2 variasi kalsinasi | 33 |
| Gambar IV.13 | Morfologi permukaan precursor $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ perbesaran 2000x (a), 2000x CaO/ZrO_2 (b), Perbesaran 5000x CaO/ZrO_2 (c), Perbesaran 6000X CaO/ZrO_2 (d) | 34 |
| Gambar IV.14 | Perbandingan kadar FFA (%) dalam berbagai variasi berat katalis, mol dan waktu | 36 |
| Gambar IV.15 | Hasil esterifikasi menggunakan 0.5 M SZ | 37 |
| Gambar IV.16 | Hasil Transesterifikasi menggunakan CaO/ZrO_2 | 38 |
| Gambar IV.17 | Spektra massa risinoleic acid dari esterifikasi dan Transesterifikasi | 38 |
| Gambar IV.18 | Fragmentasi Ion molekuler (M^+) menjadi <i>base peak</i> | 38 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar IV.19 | Fragmentasi Ion molekuler (M^+) menjadi Ion McLafferty | 39 |
| Gambar IV.20 | Karakterisasi produk biodiesel | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel I. Kemampuan absorpsi berbagai macam pelarut pada gelombang mikro | 11 |
| Tabel II. Studi Pembuatan Biodiesel dengan proses gelombang mikro | 13 |
| Tabel III. Konsentrasi berat pada 0.5 M SZ | 28 |
| Tabel IV. Karakter pori Zirkonia Tersulfatasi | 29 |
| Tabel V. Konsentrasi berat pada CZ | 34 |
| Tabel VI. Karakter Pori CZ | 34 |
| Tabel VII. Waktu retensi dan % Area 6 puncak GC kromatogram Esterifikasi | 37 |
| Tabel VIII. Waktu retensi dan % Area 6 puncak GC kromatogram Transesterifikasi | 37 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|-------------------------|----|
| Hasil Uji keasamaan | 49 |
| Bilangan Penyabunan | 50 |
| Hasil Uji kebasaan | 50 |
| FTIR | 52 |
| XRD | 55 |
| SEM/EDX | 66 |
| Isoterm BET | 68 |
| Spektra GC-MS | 72 |
| ¹ H-NMR | 86 |
| <i>Bomb Calorimeter</i> | 87 |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| <i>SZ</i> | : SO_4/ZrO_2 |
| <i>CZ</i> | : CaO/ZrO_2 |
| <i>Hydro</i> | : air |
| <i>Pretreatment</i> | : perlakuan awal |
| <i>Precursor</i> | : zat atau bahan pemula |
| <i>Yield</i> | : hasil |
| <i>Loading</i> | : pemuatan |
| <i>Reference Pattern</i> | : pola referensi |
| <i>Base Peak</i> | : puncak dasar |
| <i>Cloud Point</i> | : titik kabut |
| <i>Pour Point</i> | : titik tuang |
| <i>Castor</i> | : jarak keliki |
| <i>Microwave</i> | : gelombang mikro |