



**PENGARUH SUHU KALSINASI PENGEMBAN PADA KATALIS DUA
LOGAM Ru-Sn/ZrO₂-TiO₂ ANATASE UNTUK HIDROGENOLISIS
SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Kimia**

Oleh:

**Firza Almervanka
NIM 2011012210024**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JANUARI 2024**

SKRIPSI

PENGARUH SUHU KALSINASI PENGEMBAN PADA KATALIS DUA LOGAM Ru-Sn/ZrO₂-TiO₂ ANATASE UNTUK HIDROGENOLISIS SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL

Oleh:

Firza Almervanka
NIM 2011012210024

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 29 Januari 2024

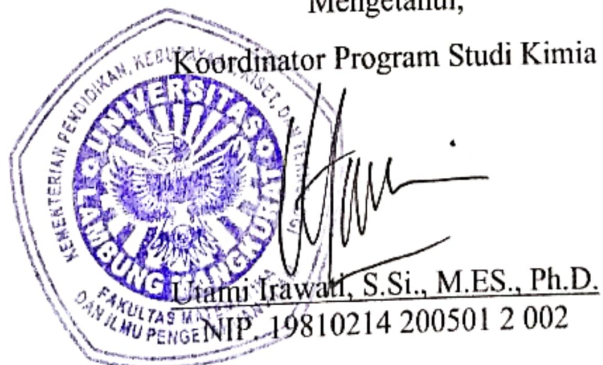
Pembimbing



Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19730411 200012 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Kimia



Utami Irawati, S.Si., M.ES., Ph.D.
NIP. 19810214 200501 2 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, Januari 2024



Firza Almervanka
NIM 2011012210024

ABSTRAK

PENGARUH SUHU KALSINASI PENGEMBAN PADA KATALIS DUA LOGAM Ru-Sn/ZrO₂-TiO₂ ANATASE UNTUK HIDROGENOLISIS SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL
(Oleh Firza Almervanka; Pembimbing: Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.; 2024; 22 halaman)

Padatan campuran ZrO₂-TiO₂ anatase telah dikalsinasi pada suhu 300 °C, 400 °C, 500 °C dan 600 °C dengan aliran gas N₂ untuk mendapatkan ZrO₂-TiO₂(A)-y; A = anatase dan y = suhu kalsinasi. ZrO₂-TiO₂(A)-y digunakan sebagai pengemban untuk pembuatan katalis dua logam rutenium-timah menggunakan metode kopresipitasi-hidrotermal (suhu 150 °C, 24 jam), dilanjutkan dengan proses aktivasi dengan aliran gas H₂ pada suhu 400 °C selama 2 jam untuk menghasilkan Ru-Sn(1,25)/ZrO₂-TiO₂(A)-y (1,25 adalah jumlah Sn yang ditambahkan (%b/b)). Kinerja katalis Ru-Sn(1,25)/ZrO₂-TiO₂(A)-y telah diuji pada reaksi hidrogenolisis furfural alkohol (FFalc) menjadi 1,5-pentanadiol (1,5-PeD) pada sistem reaktor statis *stainless-steel* (Taiatsu Techno Japan). Hasil analisis difraksi sinar-X pada katalis menunjukkan puncak difraksi pada $2\theta = 25.3^\circ, 37.8^\circ, 48.1^\circ, 54.0^\circ, 55.3^\circ, 62.9^\circ$ yang sesuai dengan TiO₂(A) dan puncak difraksi pada $2\theta = 28.2^\circ, 31.4^\circ, 38.6^\circ, 50.2^\circ, 59.9^\circ$ yang sesuai dengan ZrO₂ monoklinik. Katalis Ru-Sn(1,25)/ZrO₂-TiO₂(A)-500 menghasilkan produk 1,5-PeD tertinggi (71,85%) pada konversi FFalc 99,22% pada suhu reaksi 140 °C, 3 mL H₂O, tekanan awal H₂ 1 MPa selama 3 jam. Hasil ATR-IR campuran hasil reaksi pada kondisi terkontrol menunjukkan adanya puncak tajam pada bilangan gelombang 1630 cm⁻¹ yang diduga merupakan pita serapan C=C tersubstitusi tiga dari molekul (4,5-dihidrofuran-2-il)metanol (4,5-DHFM).

Kata Kunci: katalis Ru-Sn, ZrO₂-TiO₂ anatase, hidrogenolisis selektif, furfural alkohol, 1,5-pentanadiol.

ABSTRACT

EFFECT OF SUPPORT CALCINATION TEMPERATURE ON BIMETALLIC Ru-Sn/ZrO₂-TiO₂ ANATASE CATALYSTS FOR THE SELECTIVE HYDROGENOLYSIS OF FURFURYL ALCOHOL TO 1,5-PENTANEDIOL (By Firza Almervanka; Supervisor: Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.; 2024; 22 pages)

The mixed oxides of ZrO₂-TiO₂(A) was calcined at 300 °C, 400 °C, 500 °C, and 600 °C under N₂ stream to produce ZrO₂-TiO₂(A)-y; A = anatase and y = temperature of calcination. The ZrO₂-TiO₂(A)-y was employed as the support for the synthesis of bimetallic ruthenium-tin catalyst using coprecipitation-hydrothermal method (150 °C, 24 h), followed by activation with H₂ at 400 °C for 2 h to produce Ru-Sn(1.25)/ZrO₂-TiO₂(A)-y (1.25 is loading amount of Sn (wt%)). The catalytic performance of Ru-Sn(1.25)/ZrO₂-TiO₂(A)-y was tested for the selective hydrogenolysis of furfuryl alcohol (FFalc) to 1,5-pentanediol (1,5-PeD) in a stainless-steel static reactor system (Taiatsu Techno Japan). The results of X-ray diffraction analysis showed the diffraction peaks at $2\theta = 25.3^\circ, 37.8^\circ, 48.1^\circ, 54.0^\circ, 55.3^\circ, 62.9^\circ$ which correspond to TiO₂(A) and the diffraction peaks at $2\theta = 28.2^\circ, 31.4^\circ, 38.6^\circ, 50.2^\circ, 59.9^\circ$ which correspond to monoclinic ZrO₂. Ru-Sn(1.25)/ZrO₂-TiO₂(A)-500 catalyst produced the highest yield of 1,5-PeD (71.85%) at 99.22% conversion of FFalc at 140 °C, 3 mL H₂O, H₂ pressure 1 MPa for 3 h. The ATR-IR spectra of the reaction mixture at controlled reaction showed that a sharp peak at wave number 1630 cm⁻¹ was observed which may be attributed to the absorption band of trisubstituted C=C of the (4,5-dihydrofuran-2-yl)methanol (4,5-DHFM) molecule.

Keyword: Ru-Sn catalyst, ZrO₂-TiO₂ anatase, selective hydrogenolysis, furfuryl alcohol, 1,5-pentanediol.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penelitian dan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Suhu Kalsinasi Pengembangan pada Katalis Dua Logam Ru-Sn/ZrO₂-TiO₂ Anatase untuk Hidrogenolisis Selektif Furfuril Alkohol Menjadi 1,5-Pentanadiol**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada saat pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Uripto Trisno Santoso, S.Si., M.Si. dan Ibu Utami Irawati, S.Si., M.ES., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu untuk memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa selama penulis melakukan penelitian.
4. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan doa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Banjarbaru, Januari 2024



Firza Almervanka

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Katalis Heterogen	5
2.2 Katalis Dua Logam	5
2.3 Sinergi Sistem Katalis Dua Logam dan Pengembangan	6
2.4 Rute Reaksi hidrogenolisis FFald Menjadi 1,5-PeD	6
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat	8
3.3 Bahan	8
3.4 Prosedur Kerja	9
3.4.1 Pemurnian furfural alkohol	9
3.4.2 Sintesis pengemban $ZrO_2-TiO_2(A)-y$	9

3.4.3 Sintesis katalis Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A)-y	9
3.4.4 Reaksi hidrogenolisis FFalc	10
3.4.5 Karakterisasi dan analisis data katalis	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakterisasi Difraksi Sinar-X (XRD)	13
4.2 Pengaruh Suhu Kalsinasi Pengemban pada Reaksi Hidrogenolisis FFalc	14
4.3 Analisis ATR-IR	16
4.4 Pengambilan Katalis dan Reaksi Pengulangan	17
BAB V PENUTUP	19
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran	19
5.3 Ucapan Terima Kasih	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rute reaksi umum pembentukan pentanadiol dari FFald dan FFalc (Tomishige <i>et al.</i> , 2017).....	6
2. Difraktogram analisis XRD (a) ZrO ₂ monoklinik, (b) TiO ₂ (A), (c) Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A)-300, (d) Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A)-400, (e) Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A)-500, (f) Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A) 600	12
3. Contoh kromatogram campuran reaksi FFalc menjadi 1,5-PeD menggunakan katalis Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ -500 pada suhu 140 °C, tekanan awal 1 MPa H ₂ selama 3 jam.....	13
4. Kemungkinan mekanisme reaksi baru pembentukan 1,5-PeD dari FFalc (Mustari, 2023).	19
5. Spektra analisis IR terhadap (a) 2,3-dihidro-5-metilfuran, (b) 1,5-PeD, (c) FFalc, dan (d) hasil serapan pada permukaan katalis Ru-Sn(1,25)/ZrO ₂ -TiO ₂ (A)-500 dengan tekanan awal 0,5 MPa H ₂ , sedikit pelarut H ₂ O selama 3 jam.....	19