



**KONVERSI SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-
PENTANADIOL MENGGUNAKAN KATALIS DUA LOGAM Ru-Sn/TiO₂
(R)-ZrO₂**

SKRIPSI

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

Oleh:

Anggita Nurfitriani

NIM 1911012220010

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023

SKRIPSI

KONVERSI SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL MENGGUNAKAN KATALIS DUA LOGAM Ru-Sn/TiO₂ (R)-ZrO₂

Oleh:

ANGGITA NURFITRIANI

NIM 1911012220010

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 8 Juni 2023

Pembimbing,



Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D

NIP. 19730411 200012 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Kimia



Prof. Sunardi, S.Si., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19770820 200501 1 006

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 tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.



ABSTRAK

KONVERSI SELEKTIF FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL MENGGUNAKAN KATALIS DUA LOGAM Ru-Sn/TiO₂(R)-ZrO₂ (Oleh: Anggita Nurfitriani; Pembimbing; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.; 2023; 27 halaman)

Katalis dua logam rutenium-timah terembedding pada campuran TiO₂ rutile-ZrO₂ (Ru-Sn/TiO₂ (R)-ZrO₂) telah disintesis dengan metode kopresipitasi-hidrotermal pada suhu 150 °C selama 24 jam dan dilanjutkan aktivasi dengan gas H₂ pada suhu 400 °C selama 2 jam. Katalis Ru-Sn/TiO₂ (R)-ZrO₂ telah diuji kinerja katalitiknya pada konversi furfural alkohol (Ffalc) menjadi 1,5-pentanadiol (1,5-PeD) dalam sistem reaktor statis *stainless-steel* (Taiatsu Techno, Jepang). Hasil karakterisasi difraksi sinar-X (XRD) menunjukkan puncak difraksi pada $2\theta = 27^\circ, 36^\circ, 55^\circ$ yang merupakan TiO₂ rutile berturut-turut [110], [101], [211] yang sesuai dengan JCPDS card No. 21-1276, sedangkan puncak difraksi pada $2\theta = 28,2^\circ, 31,4^\circ, 38,5^\circ, 50,1^\circ,$ dan $59,9^\circ$ yang merupakan ZrO₂ monoklinik berturut-turut [-111], [111], [120], [022], dan [131] sesuai dengan ICDD File No. 37-1484. Katalis Ru-Sn/TiO₂ (R)-ZrO₂ (66%) (Ru = 4% b/b dan Sn = 1,3% b/b terhadap berat pengemban; 66% adalah jumlah ZrO₂ terhadap TiO₂ rutile (berat/berat)) menghasilkan produk 1,5-pentanadiol tertinggi (86%) pada konversi furfural alkohol 100% (suhu reaksi 160 °C, tekanan 1 MPa H₂, 3 mL pelarut H₂O selama 3 jam). Studi interaksi antara reaktan dan kemungkinan produk dengan padatan katalis telah dilakukan menggunakan *attenuated total reflectant-infrared spectroscopy* (ATR-IR) terhadap campuran reaksi. Hasil ATR-IR menunjukkan adanya puncak yang tajam pada bilangan gelombang 1630 cm⁻¹ yang merupakan pita serapan C=C tersubstitusi molekul (4,5-dihidrofuran-2-il)metanol, sehingga rute reaksi pembentukan 1,5-pentanadiol dapat diusulkan.

Kata kunci: Katalis dua logam Ru-Sn, TiO₂ rutile-ZrO₂, furfural alkohol, 1,5-pentanadiol, (4,5-dihidrofuran-2-il)metanol

ABSTRACT

SELECTIVE CONVERSION OF FURFURYL ALCOHOL TO 1,5-PENTANADIOL USING BIMETALLIC Ru-Sn/TiO₂(R)-ZrO₂ CATALYST (By: Anggita Nurfitriani; Supervisor; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.; 2022; 27 pages)

Bimetallic ruthenium-tin supported on TiO₂ rutile-ZrO₂ (denoted as Ru-Sn/TiO₂(R)-ZrO₂) catalyst was synthesized by the coprecipitation-hydrothermal method at 150 °C for 24 hours followed by the activation process with H₂ gas at 400 °C for 2 h. The catalytic performance of the synthesized catalysts was tested in the selective conversion of furfuryl alcohol to 1,5-pentanediol (1,5-PeD) in a stainless-steel batch reaction system (Taiatsu Techno Japan). Results of X-ray diffraction (XRD) characterization showed the typical peaks of $2\theta = 27^\circ, 36^\circ, 55^\circ$ which are corresponding to the structure of TiO₂ rutile [110], [101], [211] (JCPDS # 21-1276) respectively. The diffraction peaks at $2\theta = 28,2^\circ, 31,4^\circ, 38,5^\circ, 50,1^\circ, \text{ and } 59,9^\circ$ corresponding to the monoclinic structure of ZrO₂[-111], [111], [120], [022], and [131] (ICDD # 37-1484) respectively. Ru-Sn/TiO₂(R)-ZrO₂ (66%) catalyst (Ru = 4 wt%, Sn = 1,2 wt%, and 66 wt% is the amount of ZrO₂ to TiO₂ rutile) resulted the highest yield of 1,5-pentanediol (86%) at 100% conversion of furfuryl alcohol (160 °C, 1 MPa of H₂ gas, 3 mL H₂O solvent for 3 h.). A study of interaction between the reactant and possible intermediate and solid surface of catalyst was carried out by using attenuated total reflectant-infrared spectroscopy (ATR-IR) to the reaction mixture. The results showed that a sharp peak at 1630 cm⁻¹ which can be attributed to the substituted C=C band of (4,5-dihydrofuran-2yl)methanol is clearly observed, therefore a possible reaction route of 1,5-pentanediol formation is proposed.

Keywords: bimetallic Ru-Sn, TiO₂ rutile-ZrO₂, furfuryl alcohol, 1,5-pentanediol, (4,5-dihydrofuran-2yl)methanol.

PRAKATA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT., karena dengan rahmat dan karunia-Nya penelitian dan skripsi yang berjudul "Konversi Selektif Furfuril Alkohol Menjadi 1,5-Pentanadiol Menggunakan Katalis Dua Logam Ru-Sn/TiO₂ (R)-ZrO₂" ini dapat diselesaikan. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada:

1. Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen akademik sekaligus dosen pembimbing utama yang telah memberikan banyak waktu, pemikiran, dan bimbingan pada saat pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc., dan Dr. Urip Santoso, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu untuk memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga yang selalu memberikan dukungan dan do'a selama penulis melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.
4. Teman-teman Catalyst's Group, teman satu angkatan (Rofthen 19), dan sahabat-sahabat yang telah banyak membantu dan memberikan do'a serta semangat.
5. Pihak BRIN dan LPDP yang telah memberikan dukungan pendanaan penelitian ini melalui skema Riset Inovasi Indonesia Maju (RIIM-251943643) Kontrak No. 79/IV/KS/11/2022 Tahun Anggaran 2022-2023.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak sempurna karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Banjarbaru,

Anggita Nurfitriani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 TiO ₂ Rutile	4
2.2 Katalis Heterogen	5
2.3 Katalis Bimetallic.....	5
2.4 Sinergi Katalis Dua Logam dan Pengembangan	6
2.5 Modifikasi Pengembangan TiO ₂ Rutile pada Sistem Katalis dalam Perolehan Produk 1,5-Pentanadiol	7
2.6 Rute Reaksi Konversi Furfuril Alkohol menjadi 1,5-pentanadiol ..	8
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
3.2 Alat	9
3.3 Bahan	9

3.4	Prosedur Kerja	10
3.4.1	Sintesis Pengemban TiO ₂ (R)-ZrO ₂ (66%).....	10
3.4.2	Sintesis Katalis Ru-Sn/TiO ₂ (R)-ZrO ₂ (66%).....	10
3.4.3	Reaksi Katalitik terhadap Furfuril Alkohol.....	10
3.4.4	Analisis GC	11
3.4.5	Analisis XRD	11
3.4.6	Analisis ATR-IR	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		13
4.1	Analisis GC.....	13
4.2	Karakterisasi XRD.....	17
4.3	Analisis IR	19
BAB V PENUTUP		21
5.1	Kesimpulan	21
5.2	Saran	21
DAFTAR PUSTAKA		22
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel Kondisi Pengukuran GC.....	11
2. Tabel Kondisi Pengukuran ATR-IR	12
3. Data konversi dan <i>yield</i> dari berbagai katalis	13
4. Data konversi dan <i>yield</i> dari berbagai katalis saat suhu dinaikkan.....	14
5. Data konversi dan <i>yield</i> dari variasi kondisi reaksi katalis Ru-Sn/TiO ₂ (R)-ZrO ₂ (66%)	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur TiO ₂ (a) rutile; (b) anatase; (c) brookite	4
2. Skema reaksi umum pembentukan 1,5-pentanadiol dari furfural alkohol	8
3. Difraktogram Analisis XRD katalis Ru-Sn/TiO ₂ (R)-ZrO ₂ (66%).....	18
4. Spektra analisis IR terhadap 1,5-PeD, Ffalc, dan hasil serapan pada permukaan katalis Ru-Sn/TiO ₂ (R)-ZrO ₂ (66%) 0,5 MPa dengan sedikit pelarut H ₂ O selama 3 jam.....	19
5. Spektra IR 2,3-dihidrofuran dari data NIST	20
6. Struktur (a) 2,3-dihidrofuran dan (b) (4,5-dihidrofuran-2-il)metanol.....	20
7. Kemungkinan mekanisme reaksi baru pembentukan 1,5-pentanadiol dari furfural alkohol.	20