



**PENGARUH JUMLAH KARBON TERHADAP KINERJA DAN
PENGAMBILAN ULANG KATALIS Ru-Sn/C@ γ -Al₂O₃ UNTUK REAKSI
HIDROGENOLISIS FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-
PENTANADIOL**

SKRIPSI

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

Oleh:

**ADHINDA IRIANTI
NIM 2111012120002**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JANUARI 2025**

SKRIPSI

PENGARUH JUMLAH KARBON TERHADAP KINERJA DAN PENGAMBILAN ULANG KATALIS Ru-Sn/C@ γ -Al₂O₃ UNTUK REAKSI HIDROGENOLISI FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5- PENTANADIOL

Oleh:

Adhinda Irianti

NIM 2111012120002

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 08 Januari 2025

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I

Dosen Penguji:

1. Prof. Sunardi, S.Si., M.Si., Ph.D (
2. Edi Mikrianto, S.Si., M.Si. (



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

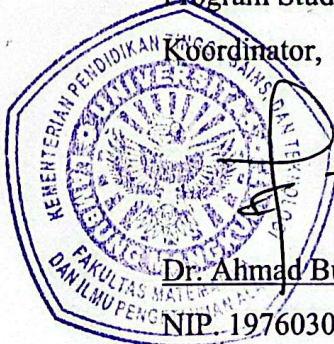
NIP. 197304112000121001



Banjarbaru, 03 Februari 2025

Program Studi Kimia FMIPA ULM

Koordinator,



Dr. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc

NIP. 19760304 2001121003

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.

Banjarbaru, 08 Januari 2025



Adhinda Irianti

NIM. 2111012120002

ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH KARBON TERHADAP KINERJA DAN PENGAMBILAN ULANG KATALIS Ru-Sn/C@ γ -Al₂O₃ UNTUK REAKSI HIDROGENOLISIS FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL (Oleh: Adhinda Irianti; Pembimbing; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., PhD; 2024; 30 halaman)

Modifikasi pengemban γ -Al₂O₃ dengan doping karbon (C) untuk pengemban katalis dua logam rutenium-timah (Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃; *x* = jumlah doping karbon, 8, 11, 15 %b/b) dan evaluasi kinerja serta pengambilan/reaksi ulang pada reaksi hidrogenolisis furfural alkohol (FFalc) telah dilakukan secara sistematis. Pengemban C@ γ -Al₂O₃ telah dibuat secara impregnasi dari larutan glukosa pada matriks γ -Al₂O₃ pada suhu kamar dan dilanjutkan dengan pirolisis pada suhu 500 °C, aliran gas N₂ (100 mL/menit) selama 2 jam. Katalis Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃ dibuat dengan metode kopresipitasi-hidrotermal pada suhu 150 °C selama 24 jam, disaring, dicuci dengan akuades, dan dikeringkan pada suhu kamar dengan vakum. Untuk keperluan reaksi katalitik dan karakterisasi (ATR-IR, XRD, adsorpsi-desorpsi N₂ (distribusi dan ukuran pori (*d*), luas permukaan spesifik (S_{BET})), dan analisis SEM, sampel Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃ diaktivasi dengan gas H₂ pada suhu 400 °C selama 2 jam. Katalis Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al₂O₃ menghasilkan produk 1,5-PeD tertinggi (77%), (4,5-dihydrofuran-2-yl)-metanol (4,5-DHFM; 10%), dan produk lainnya (13%) dari 100% konversi FFalc pada suhu 140 °C, H₂ 1 MPa, selama 3 jam. Katalis ini dapat diambil hingga 100% tanpa terjadi perubahan yang signifikan pada S_{BET}, distribusi dan ukuran pori (*d*). Hasil reaksi pengulangan menunjukkan terjadi penurunan jumlah produk 1,5-PeD (32%) dan peningkatan 4,5-DHFM (47%) setelah reaksi kedua.

Kata kunci: Katalis dua logam rutenium-timah, doping karbon, γ -Al₂O₃, furfural alkohol, 1,5-pentanadiol.

ABSTRACT

EFFECT OF CARBON ON CATALYTIC PERFORMANCE AND RECYCLABILITY OF Ru-Sn/C@ γ -Al₂O₃ CATALYST FOR THE HYDROGENOLYSIS OF FURFURIL ALCOHOL TO 1,5-PENTANEDIOL (By: Adhinda Irianti; Supervisor; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D; 2024; 30 pages).

The modification of γ -Al₂O₃ support with carbon for support of bimetallic ruthenium-tin (Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃; *x* = the amount of C-doping, 8, 11, 15 wt%) and evaluation of their catalytic performances and recyclability/reusability in the hydrogenolysis of furfuryl alcohol (FFalc) have been conducted systematically. The C@ γ -Al₂O₃ supports were prepared by impregnation of glucose solution on γ -Al₂O₃ matrixes at room temperature, and followed by pyrolysis 500 °C under N₂ for 2 hours. The Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃ catalysts were prepared by coprecipitation-hydrothermal method at 150 °C for 24 h, filtrated, washed with aquadest, and dried at room temperature under vacuum. Prior to the catalytic reaction and characterization (ATR-IR, XRD, N₂ adsorption-desorption (pore sizes and distribution (*d*), spesific surface area BET (*S*_{BET})), and SEM analysis, the Ru-Sn/(*x*)C@ γ -Al₂O₃ samples were reduced with H₂ at 400 °C for 2 h. The Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al₂O₃ catalyst produced the highest 1,5-PeD (72%), (4,5-dihydrofuran-2-yl)-methanol (4,5-DHFM; 10%), and others (13%) at 100% conversion of FFalc 140 °C, H₂ 1 MPa, for 3 h. This catalyst can be recovered (100%) without any significant change in *S*_{BET}, pore sizes and distribution (*d*). The reusability test of this catalyst showed that the yield of 1,5-PeD (32%) decreased while 4,5-DHFM (47%) increased oppositely after the second reaction run.

Keywords: Bimetallic ruthenium-tin, carbon doping, γ -Al₂O₃, furfuryl alcohol, 1,5-pentanediol.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penelitian dan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Jumlah Karbon Terhadap Kinerja dan Pengambilan Ulang Katalis Ru-Sn/C@ γ -Al₂O₃ untuk Reaksi Hidrogenolisi Furfuril Alkohol Menjadi 1,5-Pentanadiol**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan nasihat selama melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Sunardi, S.Si., M.Si., Ph.D dan bapak Edi Mikrianto, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu untuk memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Orangtua dan keluarga yang sudah bekerja keras untuk mendidik penulis dan selalu memberikan doa, nasihat, motivasi, serta kasih sayang yang luar biasa kepada penulis.
4. Saudari Atina Sabila Azzahra, S.Si, M.T. selaku asisten riset yang telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian.
5. Anndina Ainun Fradita, Feti Maulida dan Indira Larasati. Terima kasih atas semua kebahagiaan yang telah membersamai penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini. *Special thanks to* Anndin yang sudah selalu menemani penulis dalam penelitian ini.
6. Teman-teman *Catalyst group* dan Magnesium’21 yang selalu memberikan *support* dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat serta dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kimia.

Banjarbaru, Desember 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Adhinda Irianti', written in a cursive style.

Adhinda Irianti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Katalis Heterogen.....	5
2.2 Katalis Dua Logam.....	5
2.3 Sistem Pengemban pada Katalis	6
2.4 Reaksi Hidrogenolisis Furfuril Alkohol.....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat.....	9
3.3 Bahan.....	9
3.4 Prosedur Kerja.....	10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Karakterisasi Pengemban dan Katalis	14
4.2 Reaksi Katalitik Furfuril Alkohol	20
4.3 Reaksi Penggunaan Ulang Katalis dan Karakterisasinya.....	21
BAB V PENUTUP	26
5.1 Kesimpulan.....	26

5.2	Saran.....	26
5.3	Ucapan Terima Kasih.....	26
	DAFTAR PUSTAKA	27
	LAMPIRAN.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rute reaksi umum konversi FFalc menjadi PeD.	7
Gambar 2. Rute reaksi konversi FFalc menjadi PeD (Rodiansono et al., 2024)...	8
Gambar 3. Spektra analisis ATR-IR dari γ -Al ₂ O ₃ dan pengemban C@ γ -Al ₂ O ₃ (a) sebelum pirolisis dan (b) setelah pirolisis pada suhu 500 °C, aliran N ₂ (100 mL/menit) selama 2 jam.	14
Gambar 4. Difraktogram analisis XRD dari (a) pengemban C@ γ -Al ₂ O ₃ dan (b) katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ setelah direduksi dengan H ₂ (80 mL/menit) pada suhu 400 °C selama 2 jam.	15
Gambar 5. Kurva isothermal adsorpsi-desorpsi gas N ₂ pada katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃	16
Gambar 6. Grafik distribusi pori katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ dengan metode DFT	17
Gambar 7. Grafik distribusi pori katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ dengan metode HK	17
Gambar 8. Gambar SEM dari katalis Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al ₂ O ₃ dengan perbesaran (a) 10.000 dan (b) 25.000 kali.....	19
Gambar 9. Kurva EDS katalis Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al ₂ O ₃	19
Gambar 10. Difraktogram analisis XRD dari katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i>	22
Gambar 11. Kurva isoterm adsorpsi-desorpsi gas N ₂ pada katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i>	23
Gambar 12. Grafik distribusi pori katalis Ru-Sn/C@ γ -Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i> dengan (a) metode DFT dan (b) metode HK	23
Gambar 13. Gambar SEM dari katalis Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i> dengan perbesaran (a) 10.000 dan (b) 25.000 kali.....	25
Gambar 14. Kurva EDS katalis Ru-Sn/(8%)C@ γ -Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kondisi GC untuk analisis	12
Tabel 2. Hasil analisis luas permukaan dan diameter pori katalis Ru-Sn/C@ γ - Al ₂ O ₃	18
Tabel 3. Hasil analisis luas permukaan dan diameter pori katalis Ru-Sn/C@ γ - Al ₂ O ₃ hasil <i>recovery</i>	24