



**PENGARUH JUMLAH PENAMBAHAN KARBON NITROGEN  
TERHADAP KINERJA DAN PENGAMBILAN ULANG  
KATALIS Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PADA REAKSI  
HIDROGENOLISIS FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-  
PENTANADIOL**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**ANNDINA AINUN FRADITA  
NIM 2111012220015**

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

## SKRIPSI

# PENGARUH JUMLAH PENAMBAHAN KARBON NITROGEN TERHADAP KINERJA DAN PENGAMBILAN ULANG KATALIS Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PADA REAKSI HIDROGENOLISIS FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5- PENTANADIOL

Oleh:

**ANNDINA AINUN FRADITA**

**NIM 2111012220015**

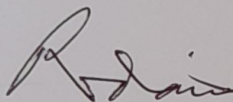
telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 08 Januari 2025

Susunan Dosen Penguji:

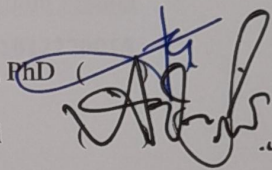
Pembimbing Utama

Dosen Penguji:

1. Prof. Sunardi S.Si., M.Si., PhD
2. Edi Mikrianto, S.Si., M.Si



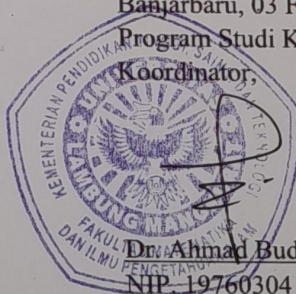
Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., PhD  
NIP. 19730411 200012 1 001



Banjarbaru, 03 Februari 2025

Program Studi Kimia FMIPA ULM

Koordinator,



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

NIP. 19760304 200112 1 003

## **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, 13 Desember 2024

Anndina Ainun Fradita

**NIM. 2111012220015**

## ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH PENAMBAHAN KARBON NITROGEN TERHADAP KINERJA DAN PENGAMBILAN ULANG KATALIS Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PADA REAKSI HIDROGENOLISIS FURFURIL ALKOHOL MENJADI 1,5-PENTANADIOL. (Oleh: Anndina Ainun Fradita; Pembimbing: Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D; 2024; 34 halaman).

Pengaruh jumlah penambahan karbon nitrogen (CN) dalam pengemban CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada sistem katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x = jumlah CN (%b/b); 8, 11, dan 15% b/b) terhadap kinerja dan pengambilan ulang untuk reaksi hidrogenolisis furfural alkohol (FFalc) menjadi 1,5-pentanadiol (1,5-PeD) telah dikaji secara sistematis. Pengemban CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dibuat melalui impregnasi larutan glukosamina pada  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan dilanjutkan proses pirolisis pada suhu 500 °C dengan aliran N<sub>2</sub> (100 mL/menit) selama 6 jam. Katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> telah disintesis 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 katalisis dan karakterisasi (ATR-IR, XRD, adsorpsi-desorpsi N<sub>2</sub> (distribusi dan ukuran pori (*d*), luas permukaan spesifik (*S*<sub>BET</sub>)), dan analisis SEM, sampel Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diaktivasi dengan gas H<sub>2</sub> pada suhu 400 °C selama 2 jam). Hasil karakterisasi difraksi sinar-X (XRD) menunjukkan puncak difraksi CN pada  $2\theta = 20^\circ$  dan  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berturut-turut pada  $2\theta = \sim 37^\circ, 39^\circ, 46^\circ$ , dan  $66^\circ$ . Katalis Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menghasilkan jumlah 1,5-PeD tertinggi (76%) dari 100% konversi FFalc pada suhu 140 °C, H<sub>2</sub> 1,0 Mpa selama 3 jam. Katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat diambil kembali (100%) dengan stabilitas yang baik berdasarkan hasil reaksi katalitik dan karakteristik XRD, *S*<sub>BET</sub>, dan SEM.

**Kata kunci:** katalis dua logam ruthenium-timah, furfural alkohol, 1,5-Pentanadiol, karbon nitrogen,  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## ABSTRACT

EFFECT OF CARBON NITROGEN AMOUNT ON CATALYTIC PERFORMANCE & RECYCLABILITY OF Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CATALYST IN THE HYDROGENOLYSIS REACTION OF FURFURIL ALCOHOL TO 1,5-PENTANADIOL (By: Anndina Ainun Fradita; Supervisor: Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., PhD; 2024; 34 pages).

The effect of the amount of carbon-nitrogen (CN) doping in the CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x = amount of CN (wt%); 8, 11, dan 15% wt) catalyst on the catalytic performance and recyclability in the hydrogenolysis of furfuryl alcohol (FFalc) has been studied systematically. The CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> supports were prepared by impregnation of chitosan solution on  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at room temperature, followed by the pyrolysis at 500 °C (80 mL/min) for 6h. The Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst was synthesized by using coprecipitation-hydrothermal method at 150 °C for 24 h, followed by reduction with H<sub>2</sub> at 400 °C for 2h. X-ray diffraction (XRD) characterization showed the diffraction peaks of CN at  $2\theta = 20^\circ$  &  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at  $2\theta = \sim 37^\circ, 39^\circ, 46^\circ, \& 66^\circ$ , respectively. The Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> afforded the highest yield of 1,5-PeD (76%) at 100% FFalc conversion at 140 °C, H<sub>2</sub> 1 MPa for 3 h. This catalyst can be recycled (100%) with good stability as indicated by the reaction results and XRD, *S*<sub>BET</sub>, & SEM analyses.

**Keywords:** Bimetallic ruthenium-tin catalyst, furfuryl alcohol, 1,5-Pentanadiol, carbon-nitrogen,  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## PRAKATA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, karena rahmat dan karunia-Nya penelitian dan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Jumlah Penambahan Karbon Nitrogen Terhadap Kinerja dan Pengambilan Ulang Katalis Ru-Sn/CN@ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada Reaksi Hidrogenolisis Furfuril Alkohol Menjadi 1,5-PeD.”** ini dapat diselesaikan. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen akademik sekaligus dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pemikiran, dan tenaga pada saat pelaksanaan penelitian.
2. Prof. Sunardi, S.Si., M.Si., PhD. dan Bapak Edi Mikrianto, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan untuk penelitian ini.
3. Teristmewa, untuk kedua orang tua tercinta, Bapak Jupriyanto dan Ibu Fatimah yang telah membesarkan penulis hingga saat ini. Terima kasih atas dukungan dan doa yang telah diberikan.
4. Sahabat-sahabat penulis, Feti, Dinda, dan Indira yang telah kebersamai dalam 3,5 tahun ini. Terima kasih telah senantiasa ikut menjadi saksi perjalanan penulis. *Special thanks to* Adhinda Irianti yang selalu menemani selama penelitian ini, canda tawa, senang, dan sedih semua sudah dilalui.
5. Kakek dan nenek saya, “mbah nang” dan “mbah wedok” yang selalu menjadi *support system* untuk penulis bisa menyelesaikan kuliahnya dengan baik. Terima kasih atas dukungan dan doa yang telah diberikan.
6. Teman-teman *Catalyst's Group* dan Magne21ium yang telah banyak membantu dan memberikan do'a serta semangat.
7. Atina Sabila Azzahra, S.Si., M.T., selaku asisten di Lab. Material Anorganik dan Katalisis yang telah membantu penulis melakukan penelitian.

Penulis menyadari bahwa bahwa skripsi ini masih belum sempurna karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang

membangun penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya. Pada akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Banjarbaru, 13 Desember 2024

Anndina Ainun Fradita

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Katalis Heterogen.....	5
2.2 Katalis Dua Logam ( <i>Bimetallic Catalyst</i> ) .....	5
2.3 Modifikasi Pengembangan $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6
2.4 Rute Reaksi Furfuril Alkohol Menjadi 1,5-Pentanadiol .....	7
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>9</b>
3.1 Waktu Penelitian .....	9
3.2 Alat.....	9
3.3 Bahan.....	9
3.4 Prosedur Kerja.....	10
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>14</b>
4.1 Karakterisasi Katalis .....	14
4.1.1 Karakterisasi ATR-IR Pengembangan .....	14
4.1.2 Karakterisasi Difraksi Sinar-X (XRD).....	15
4.1.3 Karakterisasi Luas Permukaan Spesifik (S <sub>BET</sub> ) .....	17

4.1.4 Karakterisasi SEM.....	20
4.2 Karakterisasi Katalis Hasil Pengambilan Ulang .....	21
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>26</b>
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran.....	26
5.3 Ucapan Terima Kasih.....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Kondisi GC untuk analisis.....	12
<b>Tabel 2.</b> Hasil analisis luas permukaan dan diameter pori katalis Ru-Sn/CN@ $\gamma$ - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan variasi komposisi pengemban menggunakan metode DFT dan HK. .....	18
<b>Tabel 3.</b> Hasil analisis luas permukaan dan diameter pori katalis Ru-Sn/CN@- $\gamma$ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan variasi komposisi pengemban menggunakan metode DFT dan HK .....	22

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Rute umum reaksi FFalc menjadi PeD (Tomishige et al., 2017) .....	8
<b>Gambar 2.</b> Rute reaksi pembentukan 1,5-PeD (Rodiansono et al., 2024).....	8
<b>Gambar 3.</b> Spektra ATR-IR pengemban (x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> sebelum pirolisis.....	14
<b>Gambar 4.</b> Spektra ATR-IR pengemban (x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> setelah pirolisis pada suhu 500 °C, gas N <sub>2</sub> (100 mL./menit) selama 2 jam.....	15
<b>Gambar 5.</b> Pola XRD dari pengemban (x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan berbagai komposisi pengemban.....	16
<b>Gambar 6.</b> Pola XRD Katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan komposisi pengemban berbeda.....	17
<b>Gambar 7.</b> Grafik isoterm adsorpsi-desorpsi gas N <sub>2</sub> katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	18
<b>Gambar 8.</b> Grafik distribusi pori katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan metode DFT .....	19
<b>Gambar 9.</b> Grafik distribusi pori katalis Ru-Sn/(x)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan metode HK.....	20
<b>Gambar 10.</b> SEM katalis Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (a) Perbesaran 15.000 (b) Perbesaran 30.000x).....	20
<b>Gambar 11.</b> Spektra EDS Katalis Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	21
<b>Gambar 12.</b> Pola XRD dari katalis hasil pemakaian ulang dengan berbagai komposisi pengemban (a) serta katalis dengan kinerja terbaik (b). .....	22
<b>Gambar 13.</b> Hasil Karakterisasi S <sub>BET</sub> dari katalis yang telah diambil ulang .....	23
<b>Gambar 14.</b> Grafik Isoterm Adsorpsi-Desorpsi Katalis Recovery .....	23
<b>Gambar 15.</b> SEM Katalis Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dengan perbesaran (a)10.000 (b) 15.000.....	24
<b>Gambar 16.</b> Spektra EDS Katalis Recovery Ru-Sn/(11%)CN@ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	24