



**STUDI PENGARUH SUHU SINTESIS HIDROTERMAL
TERHADAP UKURAN KRISTAL DAN KRISTALINITAS
OKSIDA LOGAM PIROKLOR $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$**

SKRIPSI

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

Oleh:

RIHADATUL 'AISY

2111012120008

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JANUARI 2025**



**STUDI PENGARUH SUHU SINTESIS HIDROTERMAL
TERHADAP UKURAN KRISTAL DAN KRISTALINITAS
OKSIDA LOGAM PIROKLOR $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$**

SKRIPSI

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

Oleh:

RIHADATUL 'AISY

2111012120008

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JANUARI 2025**

SKRIPSI
STUDI PENGARUH SUHU SINTESIS HIDROTERMAL TERHADAP
UKURAN KRISTAL DAN KRISTALINITAS OKSIDA LOGAM
PIROKLOR $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$

Oleh:
RIHADATUL 'AISY
2111012120008

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 9 Januari 2025

Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I



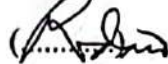
Edi Mikrianto, S.Si., M.Si
NIP. 19700510 199512 1 001

Dosen Penguji:

1. Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Si., M.Sc



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



Pembimbing II



Dr. Drs Rahmat Yunus, M.Si
NIP. 19650913 198903 1 001

Banjarbaru, 21 Januari 2025

Program Studi Kimia FMIPA ULM

Koordinator



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

NIP. 19760304 200112 1 003

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH SUHU SINTESIS HIDROTERMAL TERHADAP
UKURAN KRISTAL DAN KRISTALINITAS OKSODA LOGAM
PIROKLOR $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$**

Oleh:

RIHADATUL 'AISY

2111012120008

Disetujui untuk disidangkan

Pembimbing I



Edi Mikrianto, S.Si., M.Si
NIP. 19700510 199512 1 001

Pembimbing II



Dr. Drs. Rahmat Yunus, M.Si
NIP. 19650913 198903 1 001

Koordinator Program Studi Kimia

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 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, 6 Januari 2025

Rihadatul 'Aisy
NIM 2111012120008

ABSTRAK

STUDI PENGARUH SUHU SINTESIS HIDROTERMAL TERHADAP UKURAN KRISTAL DAN KRISTALINITAS OKSIDA LOGAM PIROKLOR $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ (Oleh: Rihadatul 'Aisy; Pembimbing: Edi Mikrianto, S.Si., M.Si dan Dr. Drs. Rahmat Yunus, M.Si; 2024; 34)

Perkembangan industri yang pesat diiringi oleh perkembangan alat elektronik dan konsumsi energi yang tinggi. Salah satu material yang bersifat feroelektrik dan dapat digunakan sebagai katalis untuk mengurangi penggunaan energi adalah oksida logam piroklor. Oksida logam piroklor menarik perhatian para peneliti dikarenakan sifat fisiknya yang unik. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis oksida logam piroklor ($\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$) menggunakan prekursor Fe_2O_3 yang berasal dari bahan alam bijih besi dan senyawa ZrO_2 . Karakterisasi dilakukan menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui kristalinitas dan persamaan *Debye Scherrer* untuk mengetahui ukuran kristal dari struktur $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$. Sintesis ini dilakukan dengan variasi suhu pemanasan yaitu 150 °C, 180 °C dan 200 °C selama 5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga difraktogram struktur hasil sintesis memiliki kemiripan dengan difraktogram $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$. Hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 150 °C memiliki nilai intensitas, FWHM, dan luas area berturut-turut sebesar 661,40; 0,26; dan 0,17. Hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 180 °C memiliki nilai intensitas, FWHM dan luas area berturut-turut sebesar 4174; 0,03 dan 0,02. Hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 200 °C memiliki nilai intensitas, FWHM, dan luas area berturut-turut sebesar 652,40; 0,22; dan 0,14. Ukuran kristal hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 180 °C sebesar 394,66 nm, sedangkan ukuran kristal hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 150 °C dan 200 °C berturut-turut sebesar 32,78 nm dan 34,33 nm.

Kata kunci: Oksida piroklor, $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$, ZrO_2 , Fe_2O_3 , feroelektrik, katalis, hidrotermal.

ABSTRACT

STUDY OF THE INFLUENCE OF HYDROTHERMAL SYNTHESIS TEMPERATURE ON CRISTAL SIZE AND CRISTALINITY OF PYROCHLORE METAL OXIDE $Fe_2Zr_2O_7$ (By: Rihadatul 'Aisy; Supervisor: Edi Mikrianto, S.Si., M.Si dan Dr. Drs. Rahmat Yunus, M.Si; 2024; 34)

Rapid industrial development is accompanied by the development of electronic devices and high energy consumption. One material that is ferroelectric and can be used as a catalyst to reduce energy use is pyrochlor metal oxide. Pyrochlore metal oxide attracts the attention of researchers due to its unique physical properties. This study aims to synthesize pyrochlore metal oxide ($Fe_2Zr_2O_7$) using Fe_2O_3 precursor derived from natural iron ore and ZrO_2 compound. Characterization was carried out using X-ray Diffraction (XRD) to determine crystallinity and the Debye Scherrer equation to determine the crystal size of the $Fe_2Zr_2O_7$ structure. This synthesis was carried out with a variety of heating temperatures, namely 150 °C, 180 °C and 200 °C for 5 hours. The results showed that the three diffractograms of the synthesized structure had similarities with the $Fe_2Zr_2O_7$ diffractogram. The $Fe_2Zr_2O_7$ pyrochlore oxide synthesized at 150°C has intensity, FWHM, and area values of 661,40; 0,26; and 0,17, respectively. $Fe_2Zr_2O_7$ pyrochlore oxide synthesized at 180°C has intensity, FWHM, and area values of 4174; 0,03 and 0,02, respectively. The synthesized $Fe_2Zr_2O_7$ pyrochlore oxide with a temperature variation of 200 °C has an intensity value, FWHM, and area of 652,40; 0,22; and 0,14, respectively. The crystal size of the synthesized $Fe_2Zr_2O_7$ pyrochlore oxide of 180 °C temperature variation is 394,66 nm, while the crystal size of the synthesized $Fe_2Zr_2O_7$ pyrochlore oxide of 150 °C and 200 °C temperature variations are 32,78 nm and 34,33 nm, respectively.

Keywords: *Pyrochlore oxide, $Fe_2Zr_2O_7$, ZrO_2 , Fe_2O_3 , ferroelectric, catalyst, hydrothermal.*

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “ Studi Pengaruh Suhu Sintesis Hidrotermal Terhadap Ukuran Kristal dan Kristalinitas Oksida Logam Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ ” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam proses persiapan, pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis merasakan banyaknya kesulitan-kesulitan dan halangan-halangan yang dihadapi, tetapi akhirnya dapat terselesaikan dengan keyakinan bahwa Allah SWT selalu membimbing penulis. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Universitas Lambung Mangkurat, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas kesempatan berharga untuk belajar dan berkembang dalam lingkungan akademik yang penuh inspirasi dan dukungan.
2. Dr. Ahmad Budi Junaidi S.Si, M.Sc, selaku ketua Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat;
3. Edi Mikrianto S.Si, M.Si dan Dr. Drs. Rahmat Yunus M.Si, selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, pembelajaran, waktu, tenaga, motivasi, koreksi, serta masukan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat diselesaikan;
4. Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Pd., M.Sc dan Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya dan memberikan banyak masukan untuk menjadikan skripsi ini lebih baik;
5. Para staf dosen pengajar di Program Studi Kimia dan teknisi di Laboratorium Dasar FMIPA ULM yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu pelaksanaan penelitian selama penulis menempuh pendidikan di FMIPA ULM;

6. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan baik berupa materi, selalu memberikan do'a, kasih sayang, semangat dan motivasi hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan;
7. Vita Amalia, selaku rekan tugas akhir, teman seperjuangan dan sahabat penulis yang telah memberikan dukungan dan kerja sama yang baik dari awal kerja praktik, penelitian, pengerjaan naskah, hingga sidang skripsi.
8. Teman-teman angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini;
9. Semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu-persatu, terima kasih banyak atas segala bantuan, semangat, dan do'a yang telah diberikan selama ini.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, dan pembaca lainnya, serta dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kimia.

Banjarbaru, 19 Desember 2024

Rihadatul 'Aisy

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Oksida Logam Piroklor.....	6
2.2 Zirkonium	7
2.3 Zirkonia (ZrO ₂).....	8
2.4 Besi	9
2.5 Oksida Besi Hematit (Fe ₂ O ₃).....	10
2.6 Metode Sintesis Hidrotermal	11
2.7 Karakterisasi Oksida Logam Piroklor	12
1.7.1 <i>X-ray Diffraction</i>	12
1.7.2 Persamaan Debye Shereer	13

BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat.....	15
3.3 Bahan.....	15
3.4 Prosedur Kerja.....	15
3.4.1 Preparasi Sampel Bijih Besi	15
3.4.2 Ekstraksi Fe_2O_3 dari Sampel Bijih Besi.....	16
3.4.3 Sintesis Oksida Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$	16
3.4.4 Analisis Data.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Preparasi Sampel Bijih Besi	17
4.2 Ekstraksi Ekstraksi Fe_2O_3 dari Sampel Bijih Besi.....	17
4.3 Sintesis Oksida Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$	18
4.4 Analisis Data.....	19
4.4.1 Hasil Karakterisasi XRD Oksida Logam Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ Variasi Suhu 150 °C	20
4.4.2 Hasil Karakterisasi XRD Oksida Logam Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ Variasi Suhu 180 °C	22
4.4.3 Hasil Karakterisasi XRD Oksida Logam Piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ Variasi Suhu 200 °C	23
4.4.4 Perbandingan Hasil Karakterisasi XRD	24
4.4.5 Ukuran Kristal Hasil XRD.....	27
BAB V PENUTUP.....	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat fisik zirkonium.....	8
2. Hasil karakterisasi sampel bijih besi.....	17
3. Hasil karakterisasi sampel bijih besi setelah ekstraksi.....	18
4. Perbandingan hasil sintesis oksida piroklor dengan variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 jam.....	26
5. Perbandingan ukuran kristal hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ dengan variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 jam.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur oksida piroklor	7
2. Difraktogram hasil sintesis dengan variasi suhu 150 °C	20
3. Perbandingan hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 150 °C dengan JCPDS FOM 0,355/6/13 Card # 03-1100.....	20
4. Difraktogram $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$	21
5. Difraktogram hasil sintesis dengan variasi suhu 180 °C	22
6. Perbandingan hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 180 °C dengan JCPDS FOM 0,355/6/13 Card # 03-110.....	22
7. Difraktogram hasil sintesis dengan variasi suhu 200 °C	23
8. Perbandingan hasil sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 200 °C dengan JCPDS FOM 0,355/6/13 Card # 03-110.....	24
9. Perbandingan difraktogram oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 Jam.....	25
10. Grafik hubungan $\ln (1/\cos \theta)$ dan $\ln \beta$ variasi suhu 150 °C	27
11. Grafik hubungan $\ln (1/\cos \theta)$ dan $\ln \beta$ variasi suhu 180 °C	27
12. Grafik hubungan $\ln (1/\cos \theta)$ dan $\ln \beta$ variasi suhu 200 °C	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Diagram Alir Prosedur Kerja Penelitian
2. Perhitungan
3. Hasil JCPDS sintesis oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 jam
4. Hasil perhitungan luas area dan FWHM oksida piroklor $\text{Fe}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ hasil sintesis dengan variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 jam
5. Pengotor pada hasil sintesis variasi suhu 150 °C berdasarkan data JCPDS
6. Pengotor pada hasil sintesis variasi suhu 180 °C berdasarkan data JCPDS
7. Pengotor pada hasil sintesis variasi suhu 200 °C berdasarkan data JCPDS
8. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi suhu 150 °C, 180 °C, dan 200 °C selama 5 jam
9. Dokumentasi kegiatan