

**PENGARUH VARIASI WAKTU HIDROTERMAL TERHADAP STRUKTUR,  
MORFOLOGI, DAN KONDUKTIVITAS IONIK YTRIA STABILIZED ZIRCONIA (YSZ)  
MELALUI *GREEN SYNTHESIS***

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

**Oleh:**

**Wardatul Khairah**

**NIM: 2010411020**



**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2024**

## INTISARI

### **Pengaruh Variasi Waktu Hidrotermal terhadap Struktur, Morfologi, dan Konduktivitas Ionik *Yttria Stabilized Zirconia* (YSZ) melalui *Green Synthesis***

Oleh:

**Wardatul Khairah (2010411020)**

**Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng\* Dr. Upita Septiani, M.Si\***

**\*Pembimbing**

Zirkonia yang distabilkan dengan yttria (YSZ) merupakan elektrolit padat yang umum digunakan dalam sel bahan bakar oksida padat (SOFC). Yttria didoping ke zirkonia untuk mendapatkan YSZ dengan fasa kubus stabil pada suhu tinggi dan konduktivitas ionik yang tinggi. Pada penelitian ini, nanopartikel 8YSZ disintesis dengan metode hidrotermal dan penambahan ekstrak daun gambir (*uncaria gambir roxb.*) sebagai *capping agent* yang mampu mengontrol pertumbuhan partikel dan menjaga agar tidak terjadinya aglomerasi. 8YSZ disintesis dengan variasi waktu hidrotermal 12 jam (8YSZ-12), 18 jam (8YSZ-18), 24 jam (8YSZ-24), dan 30 jam (8YSZ-30) pada suhu 180°C. Produk dianalisis dengan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX), *Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy* (Uv-Vis DRS), dan *Inductance, Capacitance, Resistance Meter* (LCR-Meter). Berdasarkan hasil analisis XRD, fasa kubus tunggal didapatkan pada waktu sintesis 24 jam, sedangkan yang lainnya, didapatkan adanya fasa sekunder yaitu monoklinik. Ukuran kristal pada sampel menurun seiring dengan meningkatnya waktu sintesis, namun terjadi peningkatan pada 8YSZ-30. Spektroskopi FTIR menampilkan vibrasi ikatan antara Zr(Y)-O, Zr-O, dan Y-O. Morfologi sampel 8YSZ-24 memiliki kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan 8YSZ-18 dengan partikel berukuran nanometer. Pada setiap sampel terdapat unsur Zr, Y, dan O yang menandakan keberhasilan doping yttria terhadap zirkonia. Nilai energi celah pita berada pada 2,39 eV-2,59 eV, menunjukkan sampel memiliki sifat semikonduktor. Hasil pengukuran konduktivitas ionik untuk sampel 8YSZ-12, 8YSZ-18, 8YSZ-24, dan 8YSZ-30 berturut-turut adalah  $8,43 \times 10^{-3}$ ,  $1,09 \times 10^{-2}$ ,  $2,7 \times 10^{-2}$ , dan  $1,01 \times 10^{-2}$  S/cm. Nilai konduktivitas ionik tertinggi dimiliki oleh 8YSZ-24. Nilai energi aktivasi sampel 8YSZ-12, 8YSZ-18, 8YSZ-24, dan 8YSZ-30 berturut-turut adalah 0,92, 0,90, 0,89, dan 0,91 eV. Perhitungan energi aktivasi selaras dengan nilai konduktivitas ionik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa 8YSZ yang disintesis berpotensi digunakan sebagai elektrolit padat dalam SOFC.

**Kata Kunci:** 8YSZ, Elektrolit padat, Hidrotermal, *Green Synthesis*, Konduktivitas ionik.



## ABSTRACT

### Effect of Hydrothermal Time Variation on Structure, Morphology, and Ionic Conductivity of Yttria Stabilized Zirconia (YSZ) via Green Synthesis

By:

Wardatul Khairah (2010411020)

Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng\* Dr. Upita Septiani, M.Si\*

\*Supervisor

Yttria-stabilized zirconia (YSZ) is a commonly used solid electrolyte in solid oxide fuel cells (SOFCs). Yttria is doped onto zirconia to obtain YSZ with stable cubic phase at high temperature and high ionic conductivity. In this study, 8YSZ nanoparticles were synthesized by hydrothermal method and the addition of gambier leaf extract (*Uncaria gambir roxb.*) as a capping agent that can control particle growth and prevent agglomeration. 8YSZ was synthesized with hydrothermal time variations of 12 hours (8YSZ-12), 18 hours (8YSZ-18), 24 hours (8YSZ-24), and 30 hours (8YSZ-30) at 180°C. The products were analyzed by X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FT-IR), Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX), Ultraviolet-Visible Diffuse Reflectance Spectroscopy (Uv-Vis DRS), and Inductance, Capacitance, Resistance Meter (LCR-Meter). Based on the results of XRD analysis, a single cubic phase was obtained at a synthesis time of 24 hours, while the others, obtained the presence of a secondary phase, namely monoclinic. The crystal size of the samples decreased as the synthesis time increased, but increased in 8YSZ-30. FTIR spectroscopy displays bond vibrations between Zr(Y)-O, Zr-O, and Y-O. The morphology of the 8YSZ-24 sample has a better density compared to 8YSZ-18 with nanometer-sized particles. In each sample there are elements of Zr, Y, and O which indicates the success of yttria doping on zirconia. The band gap energy values are at 2.39 eV-2.59 eV, indicating the samples have semiconductor properties. The ionic conductivity measurement results for samples 8YSZ-12, 8YSZ-18, 8YSZ-24, and 8YSZ-30 are  $8.43 \times 10^{-3}$ ,  $1.09 \times 10^{-2}$ ,  $2.7 \times 10^{-2}$ , and  $1.01 \times 10^{-2}$  S/cm, respectively. The highest ionic conductivity value belongs to 8YSZ-24. The activation energy values of samples 8YSZ-12, 8YSZ-18, 8YSZ-24, and 8YSZ-30 were 0.92, 0.90, 0.89, and 0.91 eV, respectively. The activation energy calculation is in line with the ionic conductivity value. Therefore, it can be concluded that the synthesized 8YSZ has the potential to be used as a solid electrolyte in SOFC.

**Keywords:** 8YSZ, Solid electrolyte, Hydrothermal, Green Synthesis, Ionic conductivity.