ABSTRAK

Muhammad Noufal, NIM 4213210019 (2026). Polimerisasi L-Laktida Menggunakan Katalis *Bis(Asetil Asetonato) Zirconium(Iv)* Chloride [$Zr(C_5H_8O_2)_2]Cl_2$ Untuk Aplikasi Material Biomedis.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis poli-L-asam laktat (PLLA) melalui metode *ring-opening polymerization* (ROP) menggunakan katalis bis(asetilasetonato) zirconium(IV) [$Zr(acac)_2$] sebagai katalis alternatif yang lebih aman dan berpotensi menggantikan katalis konvensional berbasis logam berat seperti stannous octoate. Proses polimerisasi dilakukan pada kondisi inert dengan memvariasikan rasio monomer–katalis serta dilanjutkan dengan proses pemurnian untuk memperoleh polimer murni. Rendemen, derajat polimerisasi, serta berat molekul PLLA dianalisis melalui uji viskositas menggunakan viskometer Ostwald. Karakterisasi struktur dan sifat material dilakukan dengan FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsi poliester, XRD untuk menentukan tingkat kristalinitas, serta analisis viskositas untuk mengevaluasi panjang rantai polimer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis $Zr(acac)_2$ mampu menginisiasi polimerisasi L-laktida secara efektif, ditandai dengan terbentuknya padatan PLLA, munculnya serapan khas gugus C=O dan C–O ester pada FTIR, serta pola difraksi semi-kristalin pada analisis XRD. Penggunaan $Zr(acac)_2$ juga menghasilkan PLLA dengan rendemen tinggi 99,4 % dan berat molekul 46 kDa yang berada pada rentang yang sesuai untuk aplikasi biomaterial. Temuan ini menunjukkan bahwa $Zr(acac)_2$ berpotensi menjadi katalis non-toksik yang efektif untuk sintesis PLLA dalam aplikasi biomedis seperti *drug delivery systems*, *tissue engineering scaffolds*, dan implan biodegradabel.

Kata Kunci:L-laktida, $Zr(acac)_2$, ring-opening polymerization, PLA/PLLA, biomaterial, viskositas, XRD, FTIR.

THE Character Building UNIVERSITY

ABSTRACT

Muhammad Noufal, NIM 4213210019 (2026). Polymerization of L-Lactide Using Bis(Acetyl Acetonato) Zirconium(Iv) Chloride [Zr(C5H8O2)2]Cl2 Catalyst for Biomedical Material Applications.

This research aims to synthesize poly(L-lactic acid) (PLLA) through the ring-opening polymerization (ROP) method using bis(acetylacetonato) zirconium(IV) [$Zr(acac)_2$] as a safer, low-toxicity alternative catalyst to replace conventional heavy-metal catalysts such as stannous octoate. The polymerization was carried out under inert conditions, followed by purification to obtain high-purity polymer. The yield, degree of polymerization, and molecular weight of PLLA were evaluated through viscosity measurements using an Ostwald viscometer. Structural and material properties were characterized using FT-IR to identify polyester functional groups, XRD to determine crystallinity, and intrinsic viscosity analysis to assess polymer chain length. The results show that $Zr(acac)_2$ effectively initiated the ring-opening polymerization of L-lactide, indicated by the formation of solid PLLA, the presence of characteristic C=O and C–O ester absorptions in the FTIR spectrum, and a semi-crystalline diffraction pattern in XRD analysis. The catalyst also produced PLLA with high yield 99,4% and molecular weight 46 kDa suitable for biomedical applications. Overall, the study demonstrates that $Zr(acac)_2$ is a promising non-toxic catalyst for the synthesis of PLLA, making it a potential material for biomedical uses such as drug delivery systems, tissue engineering scaffolds, and biodegradable implants.

Keywords:L-lactide, $Zr(acac)_2$, ring-opening polymerization, PLA/PLLA, biomaterials, viscosity, XRD, FTIR.