

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR WADAH BOLA  
ZIRKON PADA *PLANETARY BALL MILL* TERHADAP  
KARAKTERISTIK SERBUK HIDROKSIAPATIT  
YANG TELAH DIKALSINASI**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2026**

## **ABSTRACT**

*The high number of traffic accidents, injuries caused by occupational activities, and intense sports activities contributes to the increasing incidence of bone damage, leading to a growing demand for bone implant materials. Hydroxyapatite (HA) is a bioceramic material widely used as a bone implant due to its structural and biological properties that closely resemble the mineral composition of human bone. HA powder can be obtained from various natural sources, including bovine bones, eggshells, cuttlefish shells, clam shells, snail shells, tuna fish bones, and suckermouth catfish bones. However, previous studies have not yet achieved hydroxyapatite powder with the desired characteristics. Therefore, this study aims to investigate the effect of variations in the rotational speed of zirconia ball containers in a planetary ball mill on the characteristics of calcined hydroxyapatite powder. Zirconia balls with a diameter of 5 mm were used, with a ball-to-powder mass ratio of 10:1, consisting of 456 grams of zirconia balls and 45.6 grams of hydroxyapatite powder. The milling process was conducted at rotational speeds of 100, 150, and 200 rpm for 3 hours. The ball-milled powders were characterized using X-ray Diffraction (XRD) to analyze phase composition and crystallinity, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) to identify functional groups, Particle Size Analyzer (PSA) to determine particle size distribution, and Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX) to observe morphology and elemental composition. The results indicate that milling at 200 rpm produced hydroxyapatite powder with a more ideal morphology, characterized by spherical and elongated particles with reduced agglomeration, and a Ca/P ratio of 1.8. PSA analysis also showed that the sample milled at 200 rpm exhibited good particle size uniformity with a value of 0.316, although the average particle size was slightly larger than those obtained at other milling speeds, reaching 3.721  $\mu\text{m}$ . XRD analysis revealed that the sample milled at 100 rpm exhibited a diffraction peak at  $2\theta = 31.83^\circ$ , corresponding to good crystallinity according to hydroxyapatite standards. FTIR results showed that the sample milled at 150 rpm retained the characteristic  $\text{OH}^-$  and  $\text{PO}_4^{3-}$  functional groups, indicating a pure hydroxyapatite structure without contamination.*

**Keywords:** *hydroxyapatite, planetary ball mill, zirkon ball, particle size.*



## ABSTRAK

Tingginya angka kecelakaan lalu lintas, cedera akibat aktivitas kerja maupun olahraga yang berat berkontribusi terhadap meningkatnya kasus kerusakan tulang, sehingga kebutuhan akan implan tulang terus mengalami peningkatan. Hidroksiapatit (HA) merupakan material biokeramik yang banyak digunakan sebagai bahan implan tulang karena memiliki struktur dan sifat biologis yang menyerupai mineral penyusun tulang manusia. Untuk mendapatkan serbuk HA itu sendiri didapati dengan pada tulang sapi, cangkang telur, cangkang sotong, cangkang kerang, cangkang siput, tulang ikan tuna dan tulang ikan sapu sapu. Pada penelitian sebelumnya belum dapat dikatakan mencapai serbuk HA yang diinginkan, Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh variasi kecepatan putar wadah bola zirkon pada planetary ball mill terhadap karakteristik serbuk hidroksiapatit yang telah dikalsinasi. Bola yang digunakan adalah bola zirkon dengan ukuran bolanya 5 mm dan untuk perbandingan massa bola dan massa serbuk yang digiling yaitu 10:1, dengan massa bolanya 456 gram dan massa serbuk ha yang akan digiling sebesar 45,6 gram. Untuk kecepatannya menggunakan 100, 150 dan 200 rpm selama 3 jam. Serbuk yang telah di *ballmill* dikarakterisasi menggunakan X-ray Diffraction (XRD) untuk menganalisis fasa dan tingkat kristalinitas, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi, Particle Size Analyzer (PSA) untuk menentukan distribusi ukuran partikel, serta Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX) untuk mengamati morfologi dan komposisi unsur. Hasil menunjukkan bahwa pada kecepatan 200 rpm menunjukkan serbuk HA yang morfologinya lebih ideal yang diikuti dengan partikel spherical maupun lonjong dan aglomerasinya mulai berkurang, dan untuk Ca/p nya sebesar 1,8. Pada PSA ukuran serbuk dan keseragaman pada 200 rpm juga menunjukkan untuk keseragaman sebesar 0,316 namun untuk ukuran partikel rata ratanya sedikit lebih besar dibanding kecepatan lainnya yaitu sebesar 3,721. Untuk pola XRD menunjukkan puncaknya sebesar  $31,83^\circ 2\theta$  yang sesuai dengan standar kristalinitas yang baik pada serbuk HA di kecepatan 100 rpm. Pada FTIR pada kecepatan 150 rpm didapati  $\text{OH}^-$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$  yang dapat dikatakan atau sesuai dengan struktur HA tanpa adanya campuran atau kontaminasi.

**Kata Kunci:** hidroksiapatit, *planetary ball mill*, bola zirkon, ukuran partikel.

