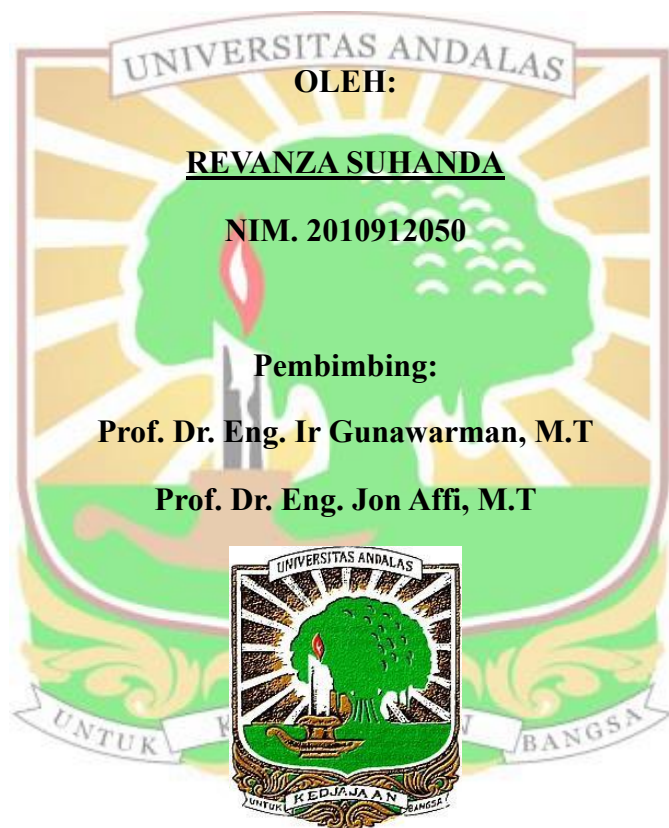


## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH KOMBINASI UKURAN BOLA ZIRKONIA PADA PROSES PENGHALUSAN SERBUK HIDROKSIAPATIT MENGGUNAKAN *PLANETARY BALL MILL***



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG**

**2025**

## **ABSTRACT**

*Bone damage such as osteoporosis is common among the Indonesian population, requiring effective treatment solutions. One common approach is the use of hydroxyapatite (HA)-based prosthetic implants to replace damaged bone. HA implants are made and shaped from powder materials. HA powder can be synthesized from natural sources such as bovine bone, eggshells, seashells, and catfish bones. In this study, HA was synthesized from catfish bones. Previous research has shown that the finer the initial hydroxyapatite particle size, the better its biocompatibility, achieved through ball milling. However, previous studies have not reached the fineness level of commercial HA. One challenge with the grinding balls used is that larger balls produce greater impact energy but have smaller contact points between balls. This study aims to reduce the HA particle size by combining small and large balls so that the impact energy and contact points during ball milling work simultaneously to produce finer particles. Zirconia balls were used. The ball mill operated at a rotation speed of 100 rpm for 3 hours with a ball-to-powder mass ratio of 10:1. The total ball mass was 456 grams, and the powder mass was 45.6 grams. The combination of balls used had diameters of 2 mm and 5 mm, with mass ratios of 1:3 and 3:1. The synthesized HA powder was characterized using SEM for morphology, EDS for elemental composition, PSA for particle size, XRD for crystallinity, and FTIR for functional groups. The results showed that the 1:3 ball mass ratio produced the smallest particle size of 2.170  $\mu\text{m}$ , with particles slightly agglomerated and irregular in shape, ranging from elongated to spherical. The Ca/P ratio obtained was 2.00. The XRD pattern showed a dominant peak around  $31.79^\circ 2\theta$ , consistent with standard HA, indicating good crystallinity. Furthermore, the FTIR spectrum confirmed the presence of  $\text{PO}_4^{3-}$  and  $\text{OH}^-$  groups as characteristic markers of the HA structure without contamination.*

**Keywords:** *hydroxyapatite, ball mill, zirconia balls, ball size combination, finer HA*

## ABSTRAK

Kerusakan tulang seperti osteoporosis banyak dialami masyarakat Indonesia sehingga memerlukan solusi penanganan yang efektif. Salah satu upaya yang biasa dilakukan adalah penggunaan implan *prosthesis* berbasis hidroksiapatit (HA) untuk menggantikan tulang yang rusak. HA implan dibuat dan dibentuk dari bahan yang berbentuk serbuk. Serbuk HA bisa disintesis dari bahan alam seperti tulang sapi, cangkang telur, cangkang kerang dan tulang ikan sapu-sapu. Pada penelitian ini HA telah disintesis dari tulang ikan sapu sapu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semakin halus ukuran butir hidroksiapatit awal, semakin baik biokompatibilitasnya melalui proses penggilingan dengan ball mill. Pada penelitian sebelumnya belum dicapai kehalusan seperti HA komersil. Terdapat tantangan dari bola penggiling yang digunakan yaitu semakin besar bola, semakin besar energi impact dan semakin kecil titik kontak antarbola. Penelitian ini bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel HA dengan kombinasi ukuran bola kecil dan besar sehingga energi tumbukan dan titik kontak pada proses *ball milling* bekerja simultan menghasilkan butiran yang lebih halus. Bola yang digunakan adalah bola zirkonia. Mesin ball mill menggunakan kecepatan putar 100 rpm selama 3 jam dan rasio perbandingan massa bola dan serbuk sebesar 10:1. Massa total bola sebesar 456 gram dan serbuk 45,6 gram. Kombinasi bola yang digunakan adalah berdiameter 2 mm dan 5 mm dengan variasi massa 1:3 dan 3:1. Serbuk sintesis HA dikarakterisasi menggunakan SEM untuk morfologi, EDS untuk komposisi unsur, PSA untuk ukuran partikel, XRD untuk kristalinitas, dan FTIR untuk gugus fungsi. Hasil menunjukkan bahwa variasi bola massa 1:3 menghasilkan ukuran partikel terkecil sebesar 2,170  $\mu\text{m}$ . dengan morfologi partikel sedikit teraglomerasi dan berbentuk *irregular*, lonjong hingga *spherical*. Rasio Ca/P yang didapatkan yaitu 2,00. Pola XRD memperlihatkan puncak dominan di sekitar  $31,79^\circ 2\theta$  dan sesuai dengan HA standar mengindikasikan kristalinitas yang baik. Kemudian, Spektrum FTIR menunjukkan keberadaan gugus  $\text{PO}_4^{3-}$  dan  $\text{OH}^-$  sebagai penanda khas struktur HA tanpa adanya kontaminan.

**Kata kunci:** hidroksiapatit, *ball mill*, bola zirkonia, kombinasi ukuran bola, HA yang lebih halus