

**TUGAS AKHIR**

**FABRIKASI DAN KARAKTERISASI NANO  
HIDROXIAPATIT BIOGENIK TULANG SAPI  
DENGAN METODE *BALL MILLING* UNTUK DENTAL  
IMPLAN**

Oleh:

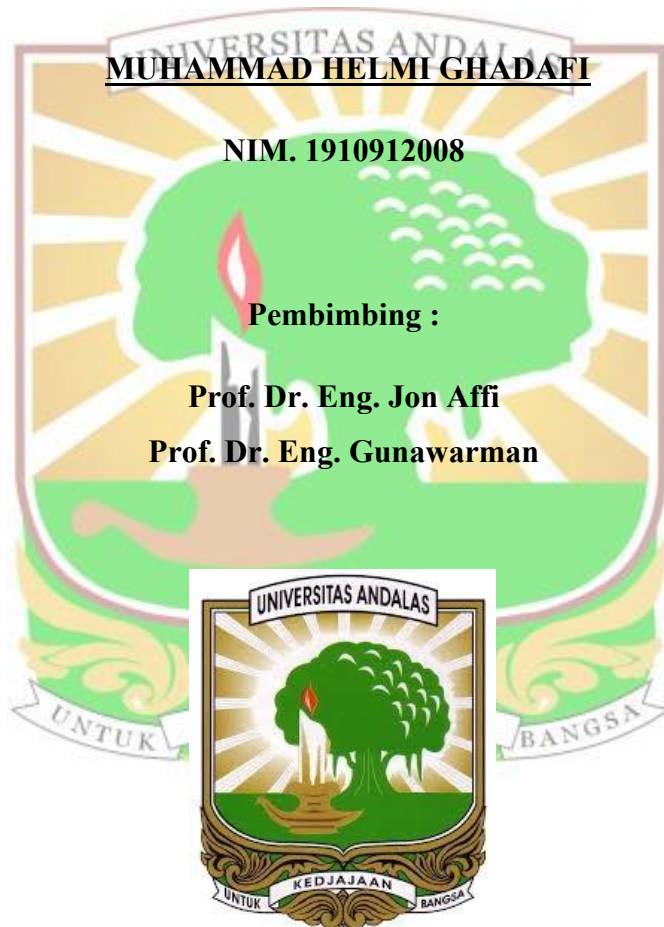
**MUHAMMAD HELMI GHADAFI**

**NIM. 1910912008**

**Pembimbing :**

**Prof. Dr. Eng. Jon Affi**

**Prof. Dr. Eng. Gunawarman**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2026**

## **ABSTRACT**

*According to the 2018 Basic Health Research (RISKESDAS), the rate of tooth loss in the 15–65 age group reached 51.4%. To address this condition, many people choose to have dental implants. One material used for dental implants is a porous scaffold composed of hydroxyapatite (HA). In the medical field, HA is often used as a constituent material for human bone and dental implants because it has good biocompatibility. HA can be used to repair, fill, add, and reconstruct damaged bone and dental tissue, as well as used as a coating for metal implants. However, obtaining this material in the form of HA on the market is very difficult, because the products available are generally micro-sized and most are imported materials with very high prices. Therefore, an alternative source is needed to obtain more affordable HA material by utilizing organic materials. One such material is bovine bone, as it is easily obtained and inexpensive to purchase. Bovine bone is composed of minerals such as calcium (Ca) and phosphorus (P), which are the main elements of hydroxyapatite. This study aims to determine the percentage of these elements after ball milling and to obtain the morphology of HA from Bovine bone. To determine the appropriate Ca/P ratio and ideal powder size for HA powder production, the fabrication process was carried out using the ball milling method at a rotation speed of 120 rpm for 6 hours. It was then characterized using a Scanning Electron Microscope (SEM), Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), and Image J software. The results showed that the Ca and P levels in bovine bone powder that had undergone heating and grinding using a planetary ball mill were 16.40% and 9.35%, respectively, with a Ca/P ratio of 1.75. The average size of the powder after measurement was  $0.54 \pm 0.10 \mu\text{m}$  ( $540 \pm 100 \text{ nm}$ ), with a predominantly spherical particle shape due to the heating and grinding process of the ball mill, which was highly effective in reducing the powder size to a fine consistency.*

**Keywords:** *implant material, hydroxyapatite, bovine bone, ball mill*

## ABSTRAK

Menurut Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018, angka kehilangan gigi pada rentang usia 15–65 tahun mencapai 51,4%. Untuk mengatasi kondisi tersebut, banyak orang memilih pemasangan implan gigi. Salah satu material untuk implan gigi adalah *porous scaffold* dengan penyusunnya berupa Hidroksiapatit (HA). Dalam bidang medis, HA sering digunakan sebagai material penyusun untuk implan tulang dan gigi manusia karena memiliki biokompatibilitas yang baik. HA dapat digunakan untuk memperbaiki, mengisi, menambahkan, dan merekonstruksi jaringan tulang dan gigi yang rusak, serta digunakan sebagai pelapis implan logam. Namun, memperoleh material tersebut dalam bentuk HA di pasaran sangat sulit, karena produk yang tersedia umumnya berukuran mikro dan sebagian besar merupakan bahan impor dengan harga sangat tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan sumber alternatif untuk mendapatkan material HA yang lebih terjangkau dengan memanfaatkan bahan organik. Salah satunya adalah tulang sapi, karena mudah diperoleh dan harga belinya murah. Tulang sapi tersusun atas mineral seperti kalsium (Ca) dan fosfor (P), yang merupakan unsur utama hidroksiapatit. Penelitian ini bertujuan mendapatkan persentase kandungan tersebut setelah melalui proses *ball milling* dan juga mendapatkan morfologi HA dari tulang sapi. Untuk menentukan kadar Ca/P yang tepat serta ukuran serbuk yang ideal untuk produksi serbuk HA, Proses fabrikasi dilakukan menggunakan metode *ball milling* dengan kecepatan putaran 120 rpm selama 6 jam. Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*, *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)*, dan *software Image J*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Ca dan P pada serbuk tulang sapi yang telah melalui proses pemanasan dan penggilingan menggunakan mesin *planetary ball mill* masing-masing adalah 16,40% dan 9,35%, dengan rasio Ca/P sebesar 1,75. Ukuran rata-rata serbuk setelah pengukuran adalah  $0,54 \pm 0,10 \mu\text{m}$  ( $540 \pm 100 \text{ nm}$ ), dengan bentuk partikel yang cenderung bulat dikarenakan adanya proses pemanasan dan penggilingan *ball mill* yang sangat baik dalam mereduksi ukuran serbuk menjadi halus.

**Kata Kunci:** Implan Material, Hidroksiapatit, Tulang sapi, *Ball mill*