

**Pengaruh Suhu Pembakaran (*Sintering*) Terhadap Kualitas Hidroksiapatit
($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali**



MUHAMMAD NUSWANDI
I011 18 1395



PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

**Pengaruh Suhu Pembakaran (*Sintering*) Terhadap Kualitas Hidroksiapatit
($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali**

MUHAMMAD NUSWANDI

I011 18 1395



PROGRAM STUDI PETERNAKAN

FAKULTAS PETERNAKAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**Pengaruh Suhu Pembakaran (*Sintering*) Terhadap Kualitas Hidroksiapatit
($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali**

MUHAMMAD NUSWANDI
I011 18 1395



Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Peternakan

Pada

PROGRAM STUDI PETERNAKAN

FAKULTAS PETERNAKAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

**Pengaruh Suhu Pembakaran (*Sintering*) Terhadap Kualitas Hidroksiapatit
($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali**

MUHAMMAD NUSWANDI
1011 18 1395

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada ... Desember 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

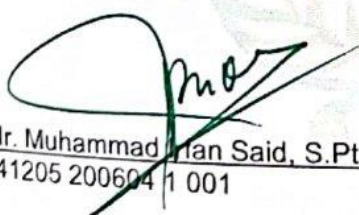
pada

Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Muhammad Rifan Said, S.Pt., M.P., IPM, ASEAN Eng.
NIP. 19741205 200604 1 001


Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc
NIP. 19640712 198911 2 002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Peternakan



Dr. Agr. Ir. Renny Fatmyah Utamy, S.Pt., M.Agr., IPM
NIP. 19720120 199803 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “**Pengaruh Suhu Pembakaran (*Sintering*) Terhadap Kualitas Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali**” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof. Dr. Ir. Muhammad Irfan Said, S.Pt., M.P., IPM, ASEAN Eng.sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka,M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Desember 2024



MUHAMMAD NUSWANDI
I011 18 1395

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan taufik-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal ini utamanya kepada:

1. Pembimbing utama **Prof. Dr. Ir. Muhammad Irfan Said, S.Pt., M.P., IPM., ASEAN Eng.** dan **Prof. Dr. drh. Ratmawati Malaka, M.Sc.** selaku pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan perhatian untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. **Dr. Wahniyathi Hatta, S.Pt., M.Si.** Dan **Dr. Ir. Hikmah M. Ali, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN Eng.** selaku dosen penguji yang memberi masukan dalam penulisan skripsi ini.
3. **Prof. Dr. Ir. Budiman, M.P.** selaku dosen penasehat akademik, Terima kasih atas segala arahan dan dukungan kepada penulis dalam menempuh jenjang pendidikan hingga penulisan skripsi ini.
4. Teruntuk Kedua **Orang Tua** saya Ayahanda **Zainuddin Sampara** & Ibunda **Nurhaeda** dan **Saudari** Perempuan **Sitti Nadia** saya ucapkan Terima kasih atas segala doa dan dukungannya dalam menempuh pendidikan.
5. Teman-teman **HIMATEHATE-UH**, dan **CRANE18** saya ucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
6. Untuk anggota **Resimen Mahasiswa Wolter Mongisidi Satuan 701 Universitas Hasanuddin** saya ucapkan terima kasih atas waktu dan kebersamaannya dan menjadi warna dalam menempuh pendidikan di kampus **universitas hasanuddin** ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena terbatasnya kemampuan dan waktu yang tersedia. Oleh karena itu saya mohon maaf atas kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan membantu dalam melaksanakan tugas-tugas masa yang akan datang.

Makassar, ... , Desember 2024



Muhammad Nuswandi

ABSTRAK

Muhammad Nuswandi. I011 18 1395. Pengaruh Suhu Pembakaran *Sintering* Terhadap Kualitas Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) Pada Tulang Kaki (*Os Metacarpus*) Sapi Bali, Pembimbing: **Muhammad Irfan Said & Ratmawati Malaka.**

Tulang sapi merupakan limbah padat yang dalam kehidupan sehari-hari dapat diasumsikan sebagai sisa makanan yang pemanfaatannya masih minim. tulang sapi memiliki kandungan senyawa organik maupun senyawa anorganik yang memiliki banyak manfaat. Bahan pengisi pada tulang adalah protein dan garam-garam mineral, seperti kalsium fosfat sebanyak 58,3%, kalsium karbonat 1,0%, magnesium fosfat 2,1%, kalsium fluoride 1,9% dan sisanya adalah protein sebanyak 30,6%. Hidroksiapatit merupakan salah satu biomaterial yang bersifat bioaktif untuk tulang. suhu pembakaran memiliki peranan penting dalam memproduksi hidroksiapatit. Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan masing-masing 6 perlakuan dengan 3 ulangan. metode yang digunakan dari tulang sapi menjadi hidroksiapatit memiliki 3 metode yaitu Kalsinasi, Presipitasi, dan *Sintering* dengan suhu pembakaran berbeda. Parameter yang akan diukur dalam penelitian ini adalah nilai rendemen, uji FTIR, uji SEM,. Hasil uji tuncan. pada suhu 550°C & 600°C diperoleh nilai rendemen sebesar $55,62 \pm 0,17^b$, pada suhu 650°C $54,96 \pm 0,13^d$, pada suhu 700°C $57,01 \pm 0,05^a$, pada suhu 750°C $55,29 \pm 0,14^c$, pada suhu 800°C $53,62 \pm 0,08^e$, menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata. analisis jenis ion menggunakan analisis FTIR, dengan variasi suhu pembakaran (550°C, 600°C, 650°C, 700°C, 750°C, dan 800°C) memiliki nilai gelombang yang hampir sama sehingga menunjukkan bahwa perlakuan pada proses *Sintering* dengan suhu yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kualitas karakteristik hidroksiapatit dari tulang kaki sapi *Os Metacarpus* sapi bali. Hasil uji SEM dari sampel hidroksiapatit menunjukkan morfologi sampel hidroksiapatit berbentuk gumpalan dengan ukuran berbeda dan terdapat pori-pori dengan ukuran yang bervariasi, Hidroksiapatit berpori dapat diaplikasikan pada bidang biomaterial sebagai tempat sirkulasi cairan tubuh dari seluruh lapisan.

Kata Kunci : Tulang kaki, Hidroksiapatit, Rendemen, Suhu pembakaran, Sapi bali.

ABSTRACT

Muhammad Nuswandi. I011 18 1395. Effect of *Sintering* Temperature on the Quality of Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) in Leg Bones (Os Metacarpus) of Bali Cattle, Supervisor: **Muhammad Irfan Said & Ratmawati Malaka.**

Cattle bones are solid waste that in everyday life can be assumed as food waste whose utilization is still minimal. Cattle bones contain organic and inorganic compounds that have many benefits. The filler material in the bones is protein and mineral salts, such as calcium phosphate as much as 58.3%, calcium carbonate 1.0%, magnesium phosphate 2.1%, calcium fluoride 1.9% and the rest is protein as much as 30.6%. Hydroxyapatite is one of the bioactive biomaterials for bones. combustion temperature plays an important role in producing hydroxyapatite. This study was arranged based on a Completely Randomized Design (CRD) with a unidirectional pattern with 6 treatments with 3 replications each. the method used from cow bone to hydroxyapatite has 3 methods, namely Calcination, Precipitation, and *Sintering* with different combustion temperatures. The parameters to be measured in this study are the yield value, FTIR test, SEM test,. The results test of duncan. at a temperature of 550 °c & 600 °c obtained a yield value of $55.62 \pm 0.17b$, at a temperature of 650oc $54.96 \pm 0.13d$, at a temperature of 700°c $57.01 \pm 0.05a$, at a temperature of 750 °c $55.29 \pm 0.14c$, at a temperature of 800°c $53.62 \pm 0.08e$, indicating a significant effect on the treatment. ion type analysis using FTIR analysis, with variations in combustion temperature (550 °c, 600 °c, 650 °c, 700 °c, 750 °c, and 800 °c) has almost the same wave value, indicating that the treatment in the *Sintering* process with different temperatures does not significantly affect the quality characteristics of hydroxyapatite from the leg bones of *Os Metacarpus* Bali cattle. The SEM test results of the hydroxyapatite sample showed the morphology of the hydroxyapatite sample in the form of lumps of different sizes and there were pores of varying sizes, Porous hydroxyapatite can be applied to the field of biomaterials as a place for the circulation of body fluids from all layers.

Keywords: Cow bone, Hydroxyapatite, Yield, Combustion temperature, Bali cow.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Landasan teori	1
1.3 Tujuan	2
BAB II METODE PENELITIAN	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Materi Penelitian.....	3
2.3 Rancangan Penelitian	3
2.4 Prosedur penelitian.....	3
2.5 Parameter yang di ukur	5
2.6 Analisis Data	5
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	7
3.1 Rendemen Hidroksiapatit.....	7
3.2 Analisis Karakteristik Gugus Fungsi Hidroksiapatit	8
3.3 Analisis Karakteristik Morfologi Hidroksiapatit	12
BAB IV KESIMPULAN	14
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN	17

DAFTAR TABEL

No		Halaman
1	Nilai rata-rata rendemen Hidroksiapatit tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali.....	7
2	Data Peak Hidroksiapatit tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali Menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	11

DAFTAR GAMBAR

No		Halaman
1	Diagram alir hidroksiapatit dari tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali.....	4
2	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 550°C.....	8
3	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 600°C.....	8
4	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 650°C.....	9
5	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 700°C.....	9
6	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 750°C.....	10
7	Hasil spektrum FTIR Hap pada tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali dengan suhu <i>Sintering</i> 800°C.....	10
8	Hasil analisis SEM sampel mentah tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali perbesaran 3000X.....	12
9	Hasil analisis SEM sampel hidroksiapatit tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali perbesaran 3000X.....	13

DAFTAR LAMPIRAN

No		Halaman
1	Tabel anova dan uji duncan hidroksiapatit dari tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali.....	18
2	Dokumentasi penelitian proses pembuatan hidroksiapatit dari tulang kaki <i>Os Metacarpus</i> sapi bali.....	20
3	Curriculum vitae.....	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tulang merupakan by product yang dihasilkan oleh ternak besar dan ternak kecil, seperti tulang sapi yang setiap harinya diproduksi oleh Rumah Potong Hewan (RPH) yang sampai saat ini belum termanfaatkan secara maksimal. Salah satu limbah lokal yang tersedia melimpah adalah tulang sapi. Bersumber dari badan pusat statistik tahun 2021 jumlah populasi sapi yang dipotong di RPH/TPH menurut provinsi dan kepemilikan ternak yang ada di seluruh Indonesia mencapai 915.682 ekor dengan rata-rata berat hidup mencapai 398kg, untuk daerah Sulawesi Selatan mencapai 32.592 ekor dan merupakan populasi pemotongan tertinggi di daerah pulau Sulawesi (BPS, 2021). Dari jumlah tersebut bila diasumsikan jumlah limbah tulang yang dihasilkan dari penyembelihan seekor ternak misalnya sapi bisa mencapai 16,6% dari total berat hidup apabila kita mengacu pada jumlah tersebut, maka RPH di Sulawesi Selatan mampu menghasilkan limbah tulang sebesar 32.592 ekor x 398 kg x 16,6% = 2.153.288 kg atau ekuivalen 2.153 ton tulang sapi.

Hidroksiapatit merupakan biokeramik golongan kalsium fosfat yang merupakan mineral utama penyusun tulang dan gigi. Hidroksiapatit sangat biokompatibel dan memiliki struktur kristal mirip apatit di jaringan keras gigi (Moshaverinia et al., 2008).

Hidroksiapatit dapat disintesis melalui metode presipitasi, sol-gel, hidrotermal, pembakaran dan lain-lain. Diantara metode tersebut, presipitasi merupakan metode yang paling sering digunakan, karena sederhana, ekonomis dan mudah. Sintesis HAp biasanya bersumber dari larutan kimia, tetapi membutuhkan biaya yang cukup mahal (Sadat et al., 2013).

1.2 Landasan teori

Secara kimia, tulang sapi mengandung unsur seperti kalsium dan fosfor. Kalsium yang terkandung dalam tulang sapi adalah sebesar 7,07% dalam bentuk senyawa CaCO_3 , 1,96% dalam bentuk senyawa CaF_2 , dan 58,30% dalam bentuk senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sedangkan fosfor sebanyak 2,09% dalam bentuk senyawa $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ dan 58,30% dalam bentuk senyawa $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Perwitasari, 2008).

Hidroksiapatit merupakan biokeramik golongan kalsium fosfat yang merupakan mineral utama penyusun tulang dan gigi. Hidroksiapatit sangat biokompatibel dan memiliki struktur kristal mirip apatit di jaringan keras gigi (Moshaverinia et al., 2008). Kalsium dan fosfor merupakan unsur utama pembentuk hidroksiapatit dan tulang sapi memiliki kandungan calcium phosphate (58,30%), calcium fluoride (1,96%), calcium carbonat (7,07%), dan magnesium phosphate (2,09%) (Perwitasari, 2008). sehingga tulang sapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam sintesis hidroksiapatit.

Hidroksiapatit merupakan salah satu biomaterial yang bersifat bioaktif untuk tulang. Biomaterial adalah suatu bahan sintesis yang dapat diimplan ke dalam sistem hidup sebagai pengganti fungsi dari jaringan hidup atau organ. Pada saat ini kebutuhan akan biomaterial sangat tinggi dan telah memberi dampak yang cukup besar terutama dalam bidang kedokteran ortopedi, misalnya saja untuk perbaikan tulang, baik pada perbaikan tulang retak maupun tulang patah. Material yang digunakan dalam pengobatan tersebut harus bersifat bioaktif, biokompatibel, dan tidak beracun (Johansson et al., 2015).

Suhu pembakaran sangat berperan terhadap keluaran produk yang masih berupa bubuk. dimana suhu pembakaran memiliki peranan penting dalam memproduksi hidroksiapatit. Namun, suhu pembakaran yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi struktur hidroksiapatit. Hal inilah yang melatarbelakangi akan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu pembakaran yang dapat mempengaruhi kualitas hidroksiapatit dari tulang kaki *Os Metacarpus* Sapi Bali.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Nurhidayat 2018) tentang pengaruh suhu pembakaran terhadap kualitas hidroksiapatit tulang belikat sapi bali. metode yang digunakan dari tulang sapi untuk menjadi serbuk hidroksiapatit memiliki 3 metode yaitu kalsinasi, presipitasi, dan sintering dengan suhu pembakaran berbeda.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas produksi hidroksiapatit dari tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali pada pengaruh suhu pembakaran yang berbeda. Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi dan referensi mengenai proses pemanfaatan tulang Sapi Bali sebagai produksi hidroksiapatit, terhadap pengaruh suhu pembakaran terhadap kualitas hidroksiapatit dari tulang kaki *Os Metacarpus* sapi Bali sehingga menambah nilai ekonomis dan pemanfaatan dari limbah tulang sapi.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan februrari – juli 2023, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar (proses kasinasi, presipitasi, dan sintering), Laboratorium Terpadu, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar (pengujian fourier transform infrared FTIR), dan Laboratorium Mikrostruktur Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Makassar (pengujian scanning electron microscope SEM).

2.2 Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian hidroksiapatit yaitu 300 gram tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali yang merupakan sisa dari Rumah Potong Hewan dan telah dibersihkan dari sisa daging dan lemak. Bahan lain yang digunakan adalah aquades, larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0,3 M, kertas lebel, dan kertas sharing whatman 42. Penelitian ini menggunakan alat seperti tanur, oven, cawan porselen, timbangan analitik, gelas ukur, *Magnetic stirrer*. Alat penguji karakteristik FTIR & SEM).

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) pola searah dengan masing-masing 6 perlakuan dengan 3 ulangan.

T1¹ : Pembakaran suhu 550°C

T2¹ : Pembakaran suhu 600°C

T3¹ : Pembakaran suhu 650°C

T4¹ : Pembakaran suhu 700°C

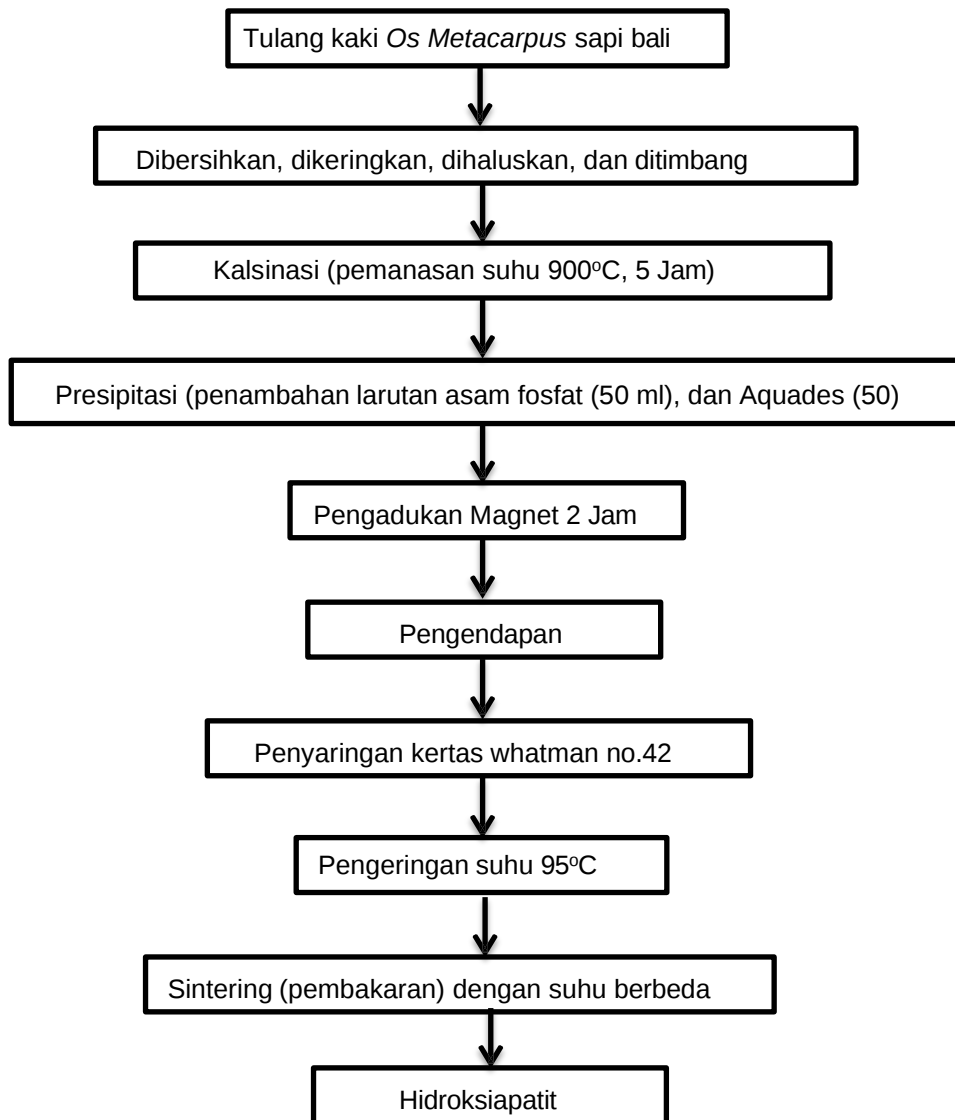
T5¹ : Pembakaran suhu 750°C

T6¹ : Pembakaran suhu 800°C

2.4 Prosedur penelitian

2.4.1 Preparasi sampel

Tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali dibersihkan dari sisa lemak daging. Tulang yang sudah bersih dihaluskan. Selanjutnya tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari, dan dipotong kecil-kecil untuk proses penghalusan, kemudian ditimbang masing-masing 9 gram ke dalam cawan porselin.



Gambar 1. Diagram alir hidroksiapatit dari tulang kaki *Os Metacarpus sapi bali*.

2.4.2 Kalsinasi

Setelah dipreparasi Tulang dibakar pada suhu 900°C selama 5 jam dengan menggunakan tanur kemudian tulang yang telah dibakar dilakukan karakterisasi menggunakan alat penguji karakteristik scanning electron microscope (SEM).

2.4.3 Presipitasi

Hasil sampel kalsinasi akan dilarutkan ke dalam 50 ml aquades pada temperatur

40°C ditambahkan setetes demi setetes larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0,3 M sebanyak 50 ml. selanjutnya, diaduk dengan Magnetic stirrer selama 5 menit dan disimpan selama 24 jam pada temperatur ruang. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring whatman 42 dan dikeringkan menggunakan oven selama 5 jam pada temperatur 95°C.

2.4.4 Sintering

Hidroksiapatit tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali dilakukan pembakaran dengan suhu 550°C, 600°C, 650°C, 700°C, 750°C, 800°C dengan menggunakan Tanur oven selama 1 jam. Hasil pembakaran selanjutnya ditimbang dengan timbangan analitik. (Nurhidayat, 2018).

2.4.5 Uji karakteristik hidroksiapatit FTIR & SEM)

Untuk mengetahui karakteristik hidroksiapatit yang dihasilkan, setelah melalui proses sintering, sampel akan dianalisis dengan FTIR & SEM.

2.5 Parameter yang di ukur

2.5.1 Pengujian rendemen

Rendemen serbuk hidroksiapatit merupakan bobot relatif serbuk, setelah proses pembakaran terhadap bobot sebelum dilakukan pembakaran. (Vankatesan dan Kim, 2010). Adapun model matematikanya yaitu:

$$\text{Rendemen} = A = \frac{A}{b} = \times 100\%$$

Keterangan.

A : Berat setelah pembakaran

B : Berat sebelum pembakaran

2.5.2 Karakteristik gugus fungsi hidroksiapatit

Gugus fungsi hidroksiapatit diidentifikasi menggunakan fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) dan akan menghasilkan data berupa spectra atau gelombang yang sesuai dengan strukur hidroksiapatit (Parahita et al., 2016).

2.5.3 Uji Karakterisasi Scanning Electron Microscopy (SEM)

Uji karakterisasi SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dan ukuran pori pori sampel hidroksiapatit dari tulang kaki *Os Metacarpus* sapi bali serta tingkat kekasaran permukaan sampel.

2.6 Analisis Data

Data hasil pengujian hidroksiapatit pada suhu pembakaran berbeda dianalisis secara deskriptif dari uji karakterisasi scanning electron microscopy (SEM) & uji Karakteristik

gugus fungsi hidroksiapatit fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), sedangkan data rendemen dianalisis ragam dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola searah. Dengan model matematika yaitu:

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

i = 1,2,3,4,5,6
 k = 1,2,3(ulangan)
 Y_{ik} = Nilai pengamatan pada unit perlakuan ke-k yang diperoleh dari jumlah hidroksiapatit pada suhu pembakaran yang berbeda
 μ = Nilai tengah/rata-rata perlakuan.
 α_i = Pengaruh perlakuan pada suhu pembakaran yang berbeda.
 ε_{ik} = Pengaruh galat yang timbul perlakuan ke-k pada suhu pembakaran yang berbeda ke-i

Selanjutnya apabila perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji duncan.