

# **SKRIPSI**

## **STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN**



**HADI ALRAKAZ**

**03051181823099**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

# **SKRIPSI**

## **STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**HADI ALRAKAZ**

**03051181823099**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

# STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN

## SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**HADI ALRAKAZ**

**03051181823099**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP. 197112251997021001

Indralaya, 5 April 2022  
Diperiksa dan Disetujui,  
Pembimbing Skripsi

**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP. 197909272003121004

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

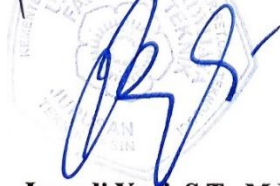
**Agenda No.** :  
**Diterima Tanggal** :  
**Paraf** :

---

**SKRIPSI**

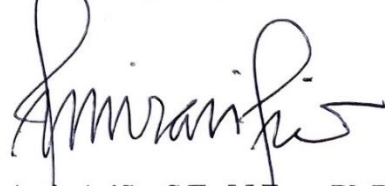
NAMA : HADI ALRAKAZ  
NIM : 03051181823099  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA  
PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT  
MELALUI PROSES SINTERING DINGIN  
DIBUAT TANGGAL : 8 AGUSTUS 2021  
SELESAI TANGGAL : 5 APRIL 2022

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197112251997021001**

Indralaya, 5 April 2022  
Diperiksa dan Disetujui,  
Pembimbing Skripsi



**Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197909272003121004**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Maret 2022.

Palembang, April 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

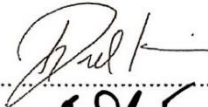
Ketua :

1. Gunawan, S.T., M.T. Ph.D.  
NIP. 197705072001121001

(.....)

Sekretaris :

2. Zulkarnain, S.T., M.Sc, Ph.D.  
NIP. 198105102008011005


(.....)

Anggota :

3. Barlin, S.T., M.Eng. Ph.D.  
NIP. 198106302006041001

(.....)

Mengetahui,

 Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

Indralaya, 5 April 2022

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing



Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197909272003121004

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hadi Alrakaz

NIM : 03051181823099

Judul : Studi Pengaruh Jenis Fluida Pada Pembuatan  
Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 5 April 2022



Hadi Alrakaz

NIM. 03051181823099

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hadi Alrakaz

NIM : 03051181823099

Judul :Studi Pengaruh Jenis Fluida Pada Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pendamping dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan atyran yang belaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 5 April 2022



Hadi Alrakaz

NIM. 03051181823099

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji, puja, dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini. Shalawat beserta salam semoga dan selalu tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, serta para keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul “Studi pengaruh jenis fluida pada pembuatan keramik hidroksiapatit melalui proses sintering dingin” disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada :

1. Kedua orang tua penulis, ayahanda tercinta Hemdi Hasbia (alm) dan ibunda tersayang Rosida yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan proposal skripsi ini.
4. Gunawan, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen pengarah Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi II yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan proposal skripsi ini.



5. Prof, Dr. Ir. Nukman, M.T selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Dedi Wahyudi, S.E selaku kakak kandung penulis yang selalu memberikan dukungan moril dan materil serta motivasi kepada penulis.
8. Segenap keluarga tercinta dan kerabat yang telah menyemangati dan membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Indralaya, April 2022



Hadi Alrakaz

NIM.03051181823099

## **RINGKASAN**

**STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK  
HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN**

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 5 April 2022

Hadi Alrakaz ; Dibimbing oleh Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D.

**STUDI PENGARUH JENIS FLUIDA PADA PEMBUATAN KERAMIK  
HIDROKSIAPATIT MELALUI PROSES SINTERING DINGIN**

XXVI + 65 halaman, 10 tabel, 27 gambar

### **RINGKASAN**

Sejak zaman dahulu penyakit tulang menjadi salah satu penyakit yang sangat rentan terjadi pada manusia, baik yang disebabkan oleh aktivitas berlebih, kecelakaan, maupun usia. Berbagai upaya untuk pengobatan cacat tulang telah banyak ditemukan, salah satunya dengan menggunakan material pengganti untuk tulang yang rusak. Material pengganti yang akan diimplan pada tulang atau disebut dengan istilah biomaterial, harus mempunyai beberapa syarat yaitu tidak memiliki efek samping yang buruk pada tubuh, memiliki kekuatan yang baik, dan tahan terhadap korosi, dalam pengaplikasiannya biomaterial berfungsi untuk menggantikan serta mengembalikan fungsi dari komponen tulang yang telah rusak (Schneider et al., 2017). Salah satu biomaterial yang sering digunakan untuk menggantikan tulang yang rusak adalah hidroksiapatit dimana senyawa ini bersifat tidak beracun, biocompatible, bioaktif, dan osteokonduktif sehingga dapat menyatu dan bisa mempercepat regenerasi tulang dengan baik. Pada penelitian HA didapatkan dari tulang sapi yang disintesis melalui metode

kalsinasi pada temperatur 600°C selama 1 jam. Fluida digunakan sebagai bahan campuran serbuk untuk meningkatkan karakteristik HA. Metode sintering dingin digunakan pada penelitian ini, dengan variasi temperature 100, 120, dan 150°C. Untuk mengidentifikasi karakteristik sifat kimia, sifat fisik, dan sifat mekanik pada sampel, dilakukan beberapa pengujian dan pengamatan. Hasil dari pengujian densitas ditemukan bahwa persentase porositas keramik HA sebesar 39,1149% hingga 48,0725%. Sedangkan untuk nilai kekuatan tekan yang dihasilkan sebesar 19,584 Mpa hingga 34,0224 Mpa. Dimana densitas dan kuat tekan campuran methanol lebih baik dibandingkan NaOH. Hasil dari pengujian XRD tidak ditemukan perbedaan peak pada serbuk dan keramik HA yang telah tercampur fluida yang berarti fluida tidak mempengaruhi fasa HA. Pada pengamatan SEM pori keramik HA berukuran mikron dimana pori campuran methanol lebih kecil dari campuran NaOH.

**Kata Kunci:** Hidroksiapatit, Fluida, Tulang Sapi, Sintering Dingin.

## SUMMARY

### STUDY OF THE EFFECT OF FLUID TYPES ON THE MANUFACTURE OF HYDROXYPATITE CERAMIC THROUGH COLD SINTERING PROCESS

Scientific writing in the form of a thesis, April 5, 2022

Hadi Alrakaz; Supervised by Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D

### STUDY OF THE EFFECT OF FLUID TYPES ON THE MANUFACTURE OF HYDROXYPATITE CERAMIC THROUGH COLD SINTERING PROCESS

XXVI + 65 pages, 10 tables, 27 images

## SUMMARY

Since ancient times, bone disease has become a disease that is very vulnerable to occur in humans, whether caused by excessive activity, accidents, or age. Various attempts to treat bone defects have been found, one of which is by using replacement materials for damaged bones. Replacement materials to be implanted in bone or referred to as biomaterials must have several conditions, namely not having bad side effects on the body, having good strength, and being resistant to corrosion. has been damaged (Schneider et al., 2017). One of the biomaterials that is often used to replace damaged bone is hydroxyapatite where this compound is non-toxic, biocompatible, bioactive, and osteoconductive so that it can be fused and can accelerate bone regeneration well. In the study, HA was obtained from bovine bone which was synthesized through the calcination method at a temperature of 600°C for 1 hour. The fluid is used as a powder mixture to improve the characteristics of HA. Cold sintering method was used in this study, with varying temperatures of 100, 120, and 150°C. To identify the characteristics of the chemical properties, physical properties, and mechanical

properties of the sample, several tests and observations were carried out. The results of the density test found that the percentage of porosity of HA ceramics was 39.1149% to 48.0725%. As for the value of the resulting compressive strength of 19,584 Mpa to 34,0224 Mpa. Where the density and compressive strength of the methanol mixture is better than NaOH. The results of the XRD test found no difference in peaks on the HA powder and ceramics which had been mixed with fluid, which means that the fluid did not affect the HA phase. In SEM observations, the pores of HA ceramics are micron in size where the pores of the methanol mixture are smaller than the NaOH mixture.

**Keywords:** Hydroxyapatite, Fluid, Bovine Bone, Cold Sintering

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	<b>i</b>
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pernyataan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Ringkasan .....	vii
Summary .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Biomaterial.....	5
2.2 Klasifikasi Material.....	6
2.2.1 Biomaterial Keramik.....	6
2.2.2 Biomaterial Polimer .....	7
2.2.3 Biomaterial Logam .....	8
2.3 Tulang .....	9
2.3.1 Tulang Sapi .....	9
2.4 Hidroksiapatit.....	10

2.4.1	Sifat Fisik Hidroksiapatit .....	11
2.4.2	Sifat Kimia Hidroksiapatit .....	12
2.4.3	Sifat Mekanik Hidroksiapatit .....	12
2.5	Sintesis Hidroksiapatit .....	13
2.5.1	Metode Alkalin Hidrotermal .....	13
2.5.2	Metode Sol-gel .....	13
2.5.3	Metode Vibro Milling .....	14
2.5.4	Metode Kering .....	14
2.5.5	Metode Kalsinasi .....	14
2.6	Kompaksi .....	16
2.7	Sintering .....	16
2.8	Klasifikasi Sintering Konvensional .....	17
2.8.1	Solid State Sintering .....	17
2.8.2	Liquid Phase Sintering .....	18
2.8.3	Sintering Dingin .....	18
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	21
3.2	Persiapan Alat dan Bahan .....	22
3.3	Prosedur Penelitian .....	22
3.3.1	Persiapan bahan baku pembuatan Hidroksiapatit .....	23
3.3.2	Pengolahan Tulang Sapi .....	23
3.3.3	Pembuatan Serbuk Hidroksiapatit ( <i>Kalsinasi</i> ) .....	24
3.3.4	Proses Sintering .....	24
3.4	Metode Pengujian .....	26
3.4.1	Pengujian XRD .....	26
3.4.2	Pengujian Densitas .....	27
3.4.3	Pengujian Tekan .....	29
3.4.4	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	30
3.5	Analisa dan Pengolahan Data .....	31
3.6	Hasil Yang Diharapkan Pada Penelitian .....	32

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1    Persiapan Tulang Sapi .....	33
4.2    Kalsinasi Tulang Sapi .....	34
4.3    Alat Kompaksi Sintering Dingin .....	35
4.4    Proses sintering dingin.....	36
4.5    Hasil Pengujian .....	37
4.6    Hasil Pengujian Densitas .....	38
4.7    Hasil pengujian tekan.....	39
4.8    Hasil Pengujian XRD.....	47
4.8.1    XRD Powder.....	48
4.8.2    XRD HA-A .....	49
4.8.3    XRD HA-B .....	50
4.9    Hasil Pengamatan SEM .....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1    Kesimpulan .....	55
5.2    Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN .....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Tulang bagian paha (femur) .....	10
Gambar 2.2 electric furnance .....	15
Gambar 2.3 Peralatan pada proses sintering dingin .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Pengumpulan Limbah Tulang Sapi .....	23
Gambar 3.3 Proses Penjemuran Tulang Sapi .....	24
Gambar 3.4 Potongan Tulang Berukuran 1,5x1,5 cm.....	24
Gambar 3.5 Alat Uji XRD Rigaku Miniflex 600 .....	26
Gambar 3.6 Sekema Pengujian Densitas.....	28
Gambar 3.7 Alat Uji Tekan .....	30
Gambar 3.8 Alat Uji Scanning Electron Microscopy (SEM).....	31
Gambar 4.1 Tulang sapi yang sedang dijemur .....	33
Gambar 4.2 Proses pemotongan tulang sapi .....	34
Gambar 4.3 Kalsinasi tulang sapi menggunakan electric furnance.....	34
Gambar 4.4 Serbuk HA setelah dikalsinasi.....	35
Gambar 4.5 Alat kompaksi sintering dingin .....	36
Gambar 4.6 Gambar ukuran spesimen keramik HA .....	37
Gambar 4.7 Pengujian berat kering dan basah spesimen HA .....	38
Gambar 4.8 Grafik persentase porositas pada spesimen HA-A. ....	40
Gambar 4.9 Grafik persentase porositas pada spesimen HA-B. ....	41
Gambar 4.10 Grafik pengujian tekan pada spesimen HA-A. ....	45
Gambar 4.11 Grafik pengujian tekan pada spesimen HA-B. ....	46
Gambar 4.12 Spektrum hasil XRD tulang sapi .....	49
Gambar 4.13 Spektrum hasil XRD HA-A dengan temperature 120°C.....	50
Gambar 4.14 Spektrum hasil XRD HA-B dengan temperature 120°C.....	51
Gambar 4.15 Pengamatan hasil SEM HA-A.....	52
Gambar 4.16 Pengamatan hasil SEM HA-B.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Biomaterial Polimer dan Aplikasinya .....	7
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Biomaterial Logam .....	8
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Hidroksiapatit .....	12
Tabel 3.1 Data Pengujian .....	31
Tabel 4.1 keterangan nama sampel .....	37
Tabel 4.2 Data hasil pengujian densitas dan porositas HA-A. ....	40
Tabel 4.3 Data hasil pengujian densitas dan porositas HA-B. ....	41
Tabel 4.4 Perbandingan hasil densitas dengan riset sebelumnya.....	43
Tabel 4.5 Data hasil pengujian tekan keramik keramik HA-A .....	44
Tabel 4.6 Data hasil pengujian tekan keramik keramik HA-B .....	45
Tabel 4.7 Perbandingan hasil tegangan tekan dengan riset sebelumnya.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rumus pengujian densitas dan tekan.....	61
Lampiran 2. Alat dan bahan .....	62
Lampiran 3. Pengukuran dimensi dan pengujian densitas .....	63
Lampiran 4. Pembuatan sampel .....	64
Lampiran 5. Pengujian tekan.....	65

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sejak zaman dahulu penyakit tulang menjadi salah satu penyakit yang sangat rentan terjadi pada manusia, baik yang disebabkan oleh aktivitas berlebih, kecelakaan, maupun usia. Di Indonesia untuk kasus osteoporosis saja telah dilakukan pengujian di sejumlah daerah dengan menggunakan metode Densitas Massa Tulang (DMT) menggunakan alat diagnostik clinical bone sonometer, dari 65.727 orang sampel ditemukan prevalensi osteopenia (osteoporosis dini) sebesar 41.7% dan prevalensi osteoporosis sebesar 10.3%, ini menunjukkan bahwa 2 dari 5 penduduk di Indonesia beresiko untuk terkena osteoporosis (Kemkes RI, 2020).

Berbagai upaya untuk pengobatan cacat tulang telah banyak ditemukan, salah satunya dengan menggunakan material pengganti untuk tulang yang rusak. Material pengganti yang akan diimplan pada tulang atau disebut dengan istilah biomaterial, harus mempunyai beberapa syarat yaitu tidak memiliki efek samping yang buruk pada tubuh, memiliki kekuatan yang baik, dan tahan terhadap korosi, dalam pengaplikasiannya biomaterial berfungsi untuk menggantikan serta mengembalikan fungsi dari komponen tulang yang telah rusak (Schneider et al., 2017). Besarnya permintaan material implan tulang beriringan dengan banyaknya kasus penyakit tulang di dunia yang semakin meningkat, yang diantaranya disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk usia lanjut, angka kecelakaan lalu lintas yang semakin tinggi, serta adanya berbagai penyakit, berdasarkan data infometrik tahun 2009, diprediksi permintaan material pengganti tulang akan mencapai 272.000 buah pada tahun 2030 (Wahyudi et al., 2019).

Salah satu biomaterial yang sering digunakan untuk menggantikan tulang yang rusak adalah hidroksiapatit (HA) yang memiliki rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , HA bersifat tidak beracun, biocompatible, bioaktif, dan osteokonduktif sehingga dapat menyatu dan bisa mempercepat regenerasi tulang dengan baik. Biomaterial HA dapat diperoleh dengan cara sintesis ataupun alami, untuk cara sintesis memiliki kualitas yang cukup baik, namun prosesnya memakan cukup banyak waktu dan terbilang rumit, serta biaya yang dikeluarkan cukup mahal. Untuk sintesis secara alami telah banyak dilakukan dengan memanfaatkan berbagai macam bahan seperti batu koral, batu kapur, tulang ikan, tulang domba, dan tulang sapi. Material yang berasal dari bahan alami diyakini lebih diterima oleh tubuh manusia, sebab memiliki kesamaan sifat fisiko kimia dengan tulang manusia, selain itu biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh HA dari proses alami lebih sedikit dibandingkan dengan cara sintesis (Demirkol et al., 2012).

Tulang sapi digunakan sebagai elemen utama dalam penelitian ini untuk membuat biokeramik HA. Tulang sapi dipilih sebagai bahan pembuatan biokeramik HA karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi, serta memiliki kualitas bioaktif dan biokompatibel yang lebih baik dibandingkan dengan bahan alam lainnya. Tulang mengandung kalsium dan fosfor yang merupakan unsur utama pembentuk HA, dengan kandungan kimia tersebut tulang hewan dapat dimanfaatkan sebagai material penyerap (adsorben) pada proses adsorpsi (Amalia et al., 2018).

Proses sintering dingin dilakukan dalam proses pembuatan biokeramik HA pada penelitian kali ini, proses ini menggunakan suhu yang relatif rendah, dimana material akan disinter dalam waktu yang relatif singkat. Selain itu, beberapa larutan fluida juga akan ditambahkan dalam pembuatan keramik hidroksiapatit. Proses ekstraksi HA dari tulang sapi memiliki beberapa metode, diantaranya metode kering, metode basah, dan metode alternatif. Metode kalsinasi digunakan pada proses sintesis tulang sapi untuk mendapatkan serbuk HA pada penelitian ini.

Berdasarkan penjelasan diatas tersebut penulis ingin membahas: “**Studi Pengaruh Jenis Fluida Pada Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sintering material pada umumnya dilakukan pada suhu yang relatif tinggi yaitu kisaran 1000°C Namun, cara tersebut memiliki beberapa kelemahan seperti efisiensi energi yang rendah dan dapat menyebabkan perubahan komposisi pada material (Ndayishimiye et al., 2020). Sintering dingin dipilih dalam penelitian ini sebab memerlukan daya yang lebih rendah dan biaya yang lebih ekonomis (Octavia & Gunawan, 2021). Pada penelitian sebelumnya serbuk HA tidak dicampur dengan fluida tambahan, berbeda halnya dengan penelitian ini yang mana serbuk HA akan diberikan fluida tambahan sebelum proses pencetakan yaitu berupa NaOH dan Methanol.

Pada penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh kedua jenis fluida tersebut terhadap karakteristik sifat fisik (densitas dan mikrostruktur), sifat kimia (phasa dan komposisi kimia) dan juga sifat mekanisnya (kekuatan tekan)

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Biokeramik HA dengan menggunakan bahan utama tulang sapi.
2. Proses sintering dingin dilakukan dengan temperature 100, 120, dan 150°C.

3. Waktu penahan dalam proses sintering adalah 10 menit dengan tekanan sebesar 500 Mpa.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini ialah:

4. Membuat biomaterial keramik HA menggunakan tulang sapi melalui proses sintering dingin.
5. Untuk menganalisis pengaruh jenis fluida pada pembuatan biokeramik HA.
6. Mengkarakterisasi sifat mekanik dan sifat fisik dari biokeramik HA yang telah dicampur dengan fluida tambahan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini manfaat yang diharapkan antara lain :

1. Membuat biokeramik HA sebagai bahan biomaterial.
2. Mempelajari sifat mekanik, sifat kimia, dan sifat fisik dari biokeramik HA.
3. Sebagai kajian referensi dalam pembuatan biokeramik HA, khususnya dengan menggunakan metode sintering dingin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, J., Setiawan, A. P., & Tanaya, F. (2019). Eksperimen Dengan Media Tulang Sapi Sebagai Media Alternatif Produk Interior. *Jurnal Intra*, 7(2), 292–297.
- Amalia, V., Hadisantoso, E. P., Hidayat, D., Diba, R. F., Dermawan, M. F., & Tsaniyah, S. W. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Tulang Hewan. *Alchemy*, 5(4), 114. <https://doi.org/10.18860/al.v5i4.4705>
- Budihartomo, S. B. (2012). Pengaruh Pressureless Sintering Komposit Al-Kaolin Terhadap Densitas, Kekerasan Dan Struktur Mikro. *Traksi*, 12(1), 1–14.
- Demirkol, N., Oktar, F. N., & Es, C. (2012). Sifat Mekanik dan Mikrostruktur Domba Hidroksiapatit ( SHA ) – Komposit Niobium Oksida. 121(1), 274–276.
- Fadhilah, N., & Jalil, Z. (2016). Synthesis of Natural Hydroxyapatite from Aceh's Bovine Bone. *Journal of Aceh Physics Society*, 5(2), 19–21.
- Guo, N., Shen, H.-Z., Jin, Q., & Shen, P. (2021). Hydrated precursor-assisted densification of hydroxyapatite and its composites by cold sintering. *Ceramics International*, 47(10, Part A), 14348–14353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.01.294>
- Guo, N., Shen, H. Z., & Shen, P. (2022). Cold sintering of chitosan/hydroxyapatite composites. *Materialia*, 21(December 2021), 101294. <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2021.101294>
- Hassan, M. ul, Akmal, M., & Ryu, H. J. (2021). Cold sintering of as-dried nanostructured calcium hydroxyapatite without using additives. *Journal of Materials Research and Technology*, 11, 811–822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.01.060>
- Hermawan, H. (2019). *Pengenalan pada biomaterial*. 1–8. <https://doi.org/10.31227/osf.io/v3z5t>
- Jouda, N. S., & Fadhel Essa, A. (2021). Preparation and study of the structural, physical and mechanical properties of hydroxyapatite nanocomposite. *Materials Today: Proceedings*, xxxx, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.550>
- Kemkes RI. (2020). Situasi Osteoporosis di Indonesia. In *Infodatin: Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI*.



- Kermani, M., Biesuz, M., Dong, J., Deng, H., Bortolotti, M., Chiappini, A., Reece, M. J., Sglavo, V. M., Hu, C., & Grasso, S. (2020). Flash cold sintering: Combining water and electricity. *Journal of the European Ceramic Society*, *40*(15), 6266–6271. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.051>
- Lu, P., German, R. M., & Xu, X. (2001). Microstructural evolution and macroscopic behaviour during solid state sintering. *Powder Metallurgy*, *44*(4), 363–368. <https://doi.org/10.1179/pom.2001.44.4.363>
- Ma'ruf, M. T. (2018). FIKSASI TULANG DENGAN ALAT BERBAHAN DASAR POLIMER (Uji Biokompatibilitas). *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*, *14*(2), 27–31. <https://doi.org/10.46862/interdental.v14i2.371>
- Ndayishimiye, A., Sengul, M. Y., Bang, S. H., Tsuji, K., Takashima, K., Hérisson de Beauvoir, T., Denux, D., Thibaud, J. M., van Duin, A. C. T., Elissalde, C., Goglio, G., & Randall, C. A. (2020). Comparing hydrothermal sintering and cold sintering process: Mechanisms, microstructure, kinetics and chemistry. *Journal of the European Ceramic Society*, *40*(4), 1312–1324. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2019.11.049>
- Ningsih, R. P., Wahyuni, N., & Destiarti, L. (2014). Sintesis Hidroksiapatit Dari Cangkang Kerang Kepah (Polymesoda erosa) Dengan Variasi Waktu Pengadukan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, *3*(1), 22–26. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/STOMA/article/download/2079/1683/>
- Octavia, A., & Gunawan. (2021). *Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin*. Universitas Sriwijaya.
- Ooi, C. Y., Hamdi, M., & Ramesh, S. (2007). Properties of hydroxyapatite produced by annealing of bovine bone. *Ceramics International*, *33*(7), 1171–1177. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2006.04.001>
- Schneider, S., Lambers, L., & Orejas, F. (2017). Symbolic model generation for graph properties. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *10202 LNCS*(November), 226–243. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-54494-5\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-54494-5_13)
- Sidiqa, A. N., Djustiana, N., Sunendar, B., & Febrida, R. (2013). Surface Modification of Multilayer Coatings Ti-Al-Cr and Hydroxyapatite on Calcium Phosphate Cement with

- Sol-Gel Method. *Journal of Dentistry Indonesia*, 19(2), 43–46.  
<https://doi.org/10.14693/jdi.v19i2.140>
- Soni, R. S., & Singh, V. P. (2020). Fabrication and experimental analysis of hydroxyapatite based composite materials for medical implants. *Materials Today: Proceedings*, 42, 536–540. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.485>
- Trycahyono, G., & Gunawan. (2021). *Studi pengaruh tekanan kompaksi pada pembuatan keramik hidroksiapatit melalui proses sintering dingin*. Universitas Sriwijaya.
- Wahyudi, T. C., Sukmana, I., Savetlana, S., Mesin, J. T., Teknik, F., Lampung, U., Profesor, J., & Brojonegoro, S. (2019). *Potensi Pengembangan Material Implan Tulang Hidroksiapatit Berbasis Bahan Alam Lokal*. 2019, 3–7.
- Wang, W., Qi, H., Liu, P., Zhao, Y., & Chang, H. (2018). Numerical simulation of densification of Cu–Al mixed metal powder during axial compaction. *Metals*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/met8070537>
- YessyWarastuti, Budianto, E., & Darmawan. (2015). Jurnal Sains Materi Indonesia SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT TULANG SAPI-KHITOSAN-POLI ( VINIL Bahan dan Alat. *Sains Materi Indonesia*, 16(3000), 83–90.