

SKRIPSI
STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT
PADA KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-Al₂O₃
BERPORI TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK



OLEH:
M ADRIAN INDRAJAYA
03051281419081

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT
PADA KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-Al₂O₃
BERPORI TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK

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



OLEH:
M ADRIAN INDRAJAYA
03051281419081

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT PADA KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-Al₂O₃ BERPORI TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK

SKRIPSI

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

Oleh:

**M ADRIAN INDRAJAYA
03051281419081**

Indralaya, Mei 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,



Gunawan S.T., MT, Ph.D
NIP. 19770507 200112 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001



HALAMAN PERSETUJUAN

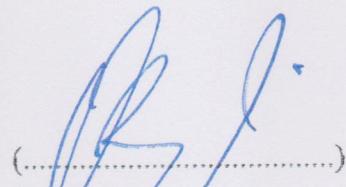
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Studi Pengaruh Fraksi Berat Penguat pada Komposit Hidroksiapalit-Al₂O₃ Berpori Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Mei 2018.

Indralaya, 14 Mei 2018

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

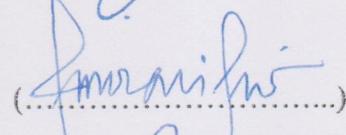
Ketua :

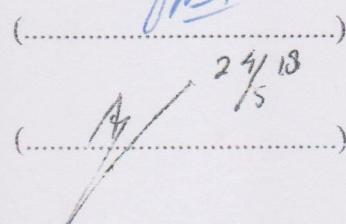
1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

(.....)


Anggota :

2. Amir Arifin S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19790927 200312 1 004
3. Muhammad Yanis, S.T, M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001
4. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 19790105 200312 1 002

(.....)

(.....)

(.....)

24/5

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi,



Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 19770507 200112 1 001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

SKRIPSI

NAMA : MADRIAN INDRAJAYA

NIM : 03051281419081

**JUDUL : STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT PADA
KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-Al₂O₃ BERPORI
TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK**

DIBERIKAN : November 2017

SELESAI : Mei 2018



Inderalaya, Mei 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi

Gunawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19770507 200112 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Adrian Indrajaya

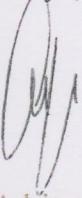
NIM : 03051281419081

Judul : Studi Pengaruh Fraksi Berat Penguat pada Komposit Hidroksiapatit-Al₂O₃ Berpori Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik

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, Mei 2018



M Adrian Indrajaya

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Adrian Indrajaya

NIM : 03051281419081

Judul : Studi Pengaruh Fraksi Berat Penguat pada Komposit Hidroksiapitit Al_2O_3 Berpori Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Mei 2018



M Adrian Indrajaya

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadirat Allah Subhanallahu wa ta'ala yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT PADA KOMPOSIT HIDROKSIPATIT- AL_2O_3 TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam penggerjaan Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moral maupun doa. Penulis mengucapkan rasa terima kasih tak terhingga kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala limpahan Rahmat dan HidayahNya;
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
4. Bapak Gunawan S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T. selaku Koordinator KBK Material dan Kepala Lab. Metallurgi yang telah banyak memberikan bantuan;
6. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah dengan penuh kesabaran membimbing saya selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin;

7. Kedua orang tua saya tercinta yang selalu mendidik, menyayangi, mendoakan dan menyemangati saya sampai saat ini;
8. Saudara M Aldhino Kurnia Pratama dan M Apriansyah yang telah banyak memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis;
9. Bapak Widodo, Bapak Mulyadi, Bapak Yulianto yang telah membantu dalam proses pengujian yang telah dilakukan;
10. Teman seperjuangan Arif Priyadi, Sufran Danar Arian, Aditya Nur Hidayat, M Iqbal Saputra yang telah memberikan banyak bantuan dalam keadaan apapun;
11. Teman-teman rekan organisasi HMM dan ARC;
12. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Angkatan 2014;
13. Rekan seperjuangan perjalanan pulang pergi Palembang Indralaya
14. Adik-adik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Angkatan 2015, 2016, 2017 atas dukungannya dalam penggeraan skripsi dan tugas kuliah;
15. Almamaterku Tercinta.

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 sangat penulis harapkan supaya dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Indralaya, Mei 2018

Penulis

RINGKASAN

STUDI PENGARUH FRAKSI BERAT PENGUAT PADA KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT- Al_2O_3 BERPORI TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 14 Mei 2018

M Adrian Indrajaya; Dibimbing oleh Gunawan S.T, M.T Ph.D.

Pengujian Tekan, Pengujian Densitas, Pengujian *X-ray Diffraction* (XRD) dan Struktur mikro Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori

xxix + 58 halaman, 38 gambar, 13 tabel

RINGKASAN

Baru-baru ini sudah banyak penelitian mengenai biokeramik dilakukan terutama hidroksiapatit. Hidroksiapatit ini memiliki kelebihan yaitu biokompatibilis yang baik sehingga dapat diaplikasikan untuk implan tulang. Untuk pengaplikasiannya sebagai implan tulang, hidroksiapatit yang baik digunakan adalah hidroksiapatit berpori. Metodologi penelitian ini dimulai dengan mencari, mempelajari serta memahami studi literatur berupa jurnal-jurnal atau karya tulis ilmiah yang telah ada sebagai acuan pada penelitian ini. Pada penelitian ini pembuatan material berpori dilakukan dalam bentuk komposit HA/ Al_2O_3 dengan kacang hijau sebagai *space holder*. Pada pembuatan komposit HA/ Al_2O_3 menggunakan tiga variasi fraksi berat penguat yaitu 5%, 15%, dan 25%. Pembuatan dimulai dengan mengaduk serbuk HA, Al_2O_3 dan Kacang hijau dengan *ballmill* kemudian dilanjutkan dengan kompaksi dan disintering. Untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik dari komposit HA/ Al_2O_3 berpori maka dilakukan pengujian tekan, pengujian density, pengujian XRD dan pemeriksaan struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscope*. Untuk pengujian tekan sampel yang digunakan yaitu tiga sampel pada setiap variasi fraksi berat sehingga jumlah seluruh ada sembilan sampel. Pada pengujian densitas sampel yang digunakan yaitu dua pada setiap variasi fraksi berat sehingga jumlah seluruhnya ada enam sampel. Pada pengujian XRD dilakukan untuk melihat fasa-fasa yang terdapat pada komposit HA/ Al_2O_3 setelah disintering. Pada pengamatan struktur mikro dilakukan untuk melihat pori serta ukuran pori pada komposit HA/ Al_2O_3 berpori yang dibuat. Hasil dari beberapa pengujian dimasukkan kedalam tabel dan grafik untuk pengujian tekan dan densitas kemudian berupa gambar morfologi untuk pengujian struktur mikro.

Kata Kunci : Hidroksiapatit, Alumina, Biokeramik, Pori, *Space Holder*

SUMMARY

THE EFFECT OF REINFORCE MASS FRACTION TO POROUS HYDROXYAPATITE/AL₂O₃ COMPOSITE AGAINST MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

Scientific papers in the form of a scription, 14 May 2018

M Adrian Indrajaya; supervised by Gunawan S.T, M.T, Ph.D.

Compression test, density test, x-ray diffraction (XRD) test, micro structure of porous HA/Al₂O₃ composite

xxvix + 58 pages, 38 pictures, 13 tables

SUMMARY

Recently there were so many researchs on bioceramics have been done especially for hydroxyapatite. This hydroxyapatite has a good biocompatible so it can be used for bone implant applications. At bone implant applications, the recommended hydroxyapatite is porous hydroxyapatite. This research methodology start from searching, studying and understanding the literature study like journals or scientific papers for reference in this research. In this research the facbrication of porous materials done in the form of HA/Al₂O₃ Composite with the green beans as space holder. In this fabrication HA/Al₂O₃ composite, there are three variation of reinforce mass fraction that is 5%, 15% and 25 %. The fabrication start from mixing HA, Al₂O₃ and green beans powder with ballmill then compact the mixed powder and sintering it. To know the mechanical and physical properties of porous HA/Al₂O₃ then do the compression test, density test, XRD test and examination micro structure with scanning electron microscope. For compression test, there are three sample for every mass fraction variation so there are nine sample for compression test. For density test, there are two sample for every mass fraction variatlon so there are six sample. XRD test is done for knowing the phase of HA/Al₂O₃ composite after sintered. Examining the micro structure is done to look the pores and pore size of porous HA/Al₂O₃ composite. The result from all test that have been done are listed to tables and graphs for compression and density test and in form of picture for micro structure

Keywords : Hydroxyapatite, Alumina, Bioceramics, Porous, Space Holder

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Persetujuan	v
Halaman Pengesahan Agenda	vii
Halaman Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi	xix
Daftar Gambar	xxiiii
Daftar Tabel	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
Daftar Simbol	xxvix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biomaterial	7
2.1.1 Biomaterial Logam	7
2.1.2 Biomaterial Keramik	8
2.2 Hidroksiapatit	10
2.3 Sifat-sifat Hidroksiapatit	12
2.3.1 Sifat Fisis	12

2.3.2 Sifat Mekanik	12
2.3.3 Sifat Kimia	13
2.4 Metode Pembuatan Hidroksiapitit	14
2.4.1 Metode Kering	14
2.4.2 Metode Sol-gel	15
2.4.3 Metode Alkalin Hidrotermal	15
2.4.4 Metode Vibro-milling	16
2.5 Aluminium Oksida (Al_2O_3)	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.2 Persiapan Komposit Hidroksiapitit / Al_2O_3 Berpori	20
3.2.1 Persiapan Hidroksiapitit	20
3.2.2 Persiapan <i>Space Holder</i>	22
3.2.3 Pembuatan Komposit Hidroksiapitit / Al_2O_3 Berpori	23
3.3 Alat dan Bahan	26
3.4 Metode Pengujian	26
3.4.1 Pengujian Densitas	27
3.4.2 Pengujian Tekan	29
3.4.3 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	29
3.4.4 Pengujian <i>Thermo Gravimetric Analyzer</i> (TGA)	30
3.4.5 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	31
3.5 Analisa dan Pengolahan Data	32
3.6 Tempat dan Waktu Penelitian	33
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Pengujian XRD Tulang Sapi Kalsinasi 600°C	35
4.2 Hasil Pengujian XRD Serbuk Aluminium Oksida (Al_2O_3)	36
4.3 Hasil Pengujian TGA Serbuk Kacang Hijau	37
4.4 Proses Kompaksi dan Sintering	38
4.5 Hasil Pengujian XRD Komposit Hidroksiapitit- Al_2O_3 Berpori	43
4.6 Hasil Pengujian Densitas	45
4.7 Hasil Pengujian Tekan Komposit Hidroksiapitit- Al_2O_3 Berpori	49
4.8 Pemeriksaan Struktur Mikro	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55

5.2	Saran	55
	Daftar Pustaka	57

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Serbuk Hidroksiapatit	11
Gambar 2.2 Serbuk Alumina	16
Gambar 3.1 Diagram Alir	19
Gambar 3.2 Proses Perebusan Tulang Sapi	20
Gambar 3.3 Proses Pengeringan Tulang Sapi.....	20
Gambar 3.4 Proses Pemotongan Tulang Sapi.....	21
Gambar 3.5 Proses Kalsinasi	22
Gambar 3.6 Proses Penghalusan dengan Mortar	22
Gambar 3.7 Serbuk Space Holder dari Kacang Hijau	23
Gambar 3.8 Proses Penimbangan Serbuk	24
Gambar 3.9 Proses Mixing Menggunakan Ballmill	24
Gambar 3.10 Alat Kompaksi	25
Gambar 3.11 Skema Pengujian Densitas	27
Gambar 3.12 Alat Uji Tekan.....	29
Gambar 3.14 Alat Scanning Electron Microscopy (SEM)	30
Gambar 3.15 Thermogravimetric Analyzer.....	31
Gambar 3.16 Alat Uji X-Ray Diffraction (XRD)	32
Gambar 4.1 XRD Tulang Sapi Kalsinasi Temperatur 600 °C	35
Gambar 4.2 XRD Serbuk Aluminium Oksida (Al_2O_3).....	36
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian TGA Serbuk Kacang Hijau	37
Gambar 4.4 Pengukuran Dimensi Spesimen Sebelum Sintering.....	39
Gambar 4.5 Proses Penimbangan Berat Spesimen Sebelum Sintering	39
Gambar 4.6 Skema Sintering	40
Gambar 4.7 Proses Sintering Spesimen pada Temperatur 1200 °C.....	40
Gambar 4.8 Proses Penimbangan Berat Spesimen Setelah Sintering.....	41
Gambar 4.9 Pengukuran Dimensi Spesimen Setelah Sintering	41
Gambar 4.10 Kurva Shrinkage Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori	43
Gambar 4.11 XRD Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori Temperatur Sintering 1200°C	43

Gambar 4.12 Pengujian Densitas Apparent	45
Gambar 4.13 Kurva Hasil Pengujian Densitas Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori	47
Gambar 4.14 Kurva Porositas Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori	48
Gambar 4.15 Grafik Kekuatan Tekan pada Tiap Fraksi Berat Al ₂ O ₃	49
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Kekuatan Tekan Terhadap Porositas.....	50
Gambar 4.17 Hasil SEM Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori pada Titik 1 Perbesaran 1000 Kali.....	51
Gambar 4.18 Hasil SEM Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori pada Titik 1 Perbesaran 5000 Kali.....	51
Gambar 4.19 Hasil SEM Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori pada Titik 2 Perbesaran 1000 Kali.....	52
Gambar 4.20 Hasil SEM Komposit Hidroksiapatit-Al ₂ O ₃ Berpori pada Titik 2 Perbesaran 5000 Kali.....	53

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Biomaterial Logam	8
Tabel 2.2 Keramik yang Digunakan dalam Bidang Kedokteran	9
Tabel 2.3 Sifat Mekanik Biomaterial Keramik	10
Tabel 2.4 Sifat Mekanik Hidroksiapatit	13
Tabel 3.1 Komposisi dan Parameter Sintering Komposit Hidroksiapatit / Al_2O_3 Berpori.....	23
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil XRD kalsinasi 600 °C dan standar ICDD	36
Tabel 4.2 Peak List Hasil XRD Serbuk Al_2O_3	37
Tabel 4.3 Perubahan Dimensi Spesimen	42
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil XRD Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Terhadap Standar ICDD	44
Tabel 4.5 Densitas Apparent Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori	46
Tabel 4.6 Densitas Teoritis Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori.....	46
Tabel 4.7 Densitas Relatif & Porositas Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori.....	48
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tekan Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori	49

Daftar Lampiran

Lampiran A.1 Metode Perhitungan	59
Lampiran A.2 Gambar Spesimen	82

Daftar Simbol

Lambang	Keterangan	Satuan
d_0	Diameter awal	mm
d_1	Diameter akhir	mm
t_0	Tinggi awal	mm
t_1	Tinggi akhir	mm
V_o	Volume awal	mm ³
V_1	Volume akhir	mm ³
ρ	Densitas	g/cm ³
Φ	Porositas	%
F	Beban	N
A	Luas Penampang	mm ²
σ	Tegangan teknik	N/mm ²

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan sudah menjadi kebutuhan pokok manusia, demikian juga dengan kesehatan pada tulang. Kesehatan pada tulang merupakan hal yang penting karena tulang mendukung aktivitas sehari-hari. Baru-baru ini, sudah banyak penelitian mengenai biokeramik dilakukan. Biokeramik sekarang ini sudah banyak diaplikasikan pada ilmu biomedis. Dari banyak biokeramik yang disintesis, biokeramik hidroksiapatit merupakan biokeramik yang sering diaplikasikan dalam bidang medis.

Biokeramik hidroksiapatit (HA) merupakan biokeramik yang sudah banyak dipakai untuk aplikasi medis. *Hard tissue* seperti tulang dan gigi yang terdapat pada manusia umumnya memiliki komposisi kimia yang sama dengan hidroksiapatit. Material hidroksiapatit ini mempunyai beberapa kelebihan, antara lain yaitu memiliki biokompatibilitas yang baik dan mempunyai kekuatan mekanik yang cukup untuk aplikasi implan tulang.

Umumnya di kehidupan sehari-hari hidroksiapatit dapat diaplikasikan untuk memperbaiki tulang dan gigi. Pada saat ini, hidroksiapatit sintesis dijual dengan harga yang cukup mahal, yaitu dua ratus lima puluh ribu rupiah untuk setiap 25 gramnya.

Di Indonesia, pada tahun 2011 jumlah sapi yang tercatat dipotong pada rumah potong hewan dan diluar rumah potong hewan berjumlah sekitar 1.519.178 ekor sapi (Wathi et al., 2014). Dari limbah tulang sapi yang dihasilkan oleh pemotongan ini diketahui dapat digunakan sebagai material dasar untuk sintesis hidroksiapatit.

Hidroksiapatit yang baik untuk aplikasi implan tulang adalah hidroksiapatit berpori. Pori yang terbentuk berfungsi sebagai media pembentukan jaringan sel tulang yang tumbuh. Jaringan sel tulang baru akan

tumbuh dalam pori-pori hidroksiapatit sehingga dapat meningkatkan regenerasi pada tulang dengan baik (Pane, 2004).

Umumnya material hidroksiapatit itu sendiri memiliki sifat mekanik yang masih rendah antara lain kekuatan tekan dan kekuatan bendingnya yaitu masing-masing 294 dan 147 MPa (Fadli et al., 2014). Maka dari itu disini perlu dilakukan modifikasi pada hidroksiapatit itu dengan cara memadukan hidroksiapatit tersebut dengan Al_2O_3 sebagai penguat untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Maka dari itu disini penulis mengangkat dan membuat judul skripsi yang berjudul: “**Studi Pengaruh Fraksi Berat Penguat pada Komposit Hidroksiapatit- Al_2O_3 Berpori Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik”.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang yang disebutkan diatas maka dapat dirumuskan masalah yaitu tentang cara pembuatan sintesis tulang yang memiliki pori dari sintesis hidroksiapatit tulang sapi. Diketahui pula bahwa material hidroksiapatit itu sendiri memiliki kekuatan mekanik rendah. Maka dari itu penelitian ini dilakukan dengan cara menggabungkan material dari hidroksiapatit dengan Al_2O_3 dalam bentuk komposit untuk mengetahui sejauh mana komposit dari hidroksiapatit dengan Al_2O_3 berpori ini dapat memperbaiki sifat mekanik dari hidroksiapatit.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Matriks yang digunakan adalah sintesis hidroksiapatit dari tulang sapi
2. Reinforced yang digunakan adalah Al_2O_3
3. Space holder yang digunakan adalah beans starch

4. Parameter sintering 950°C dengan heating rate 10°C / min dan holding time selama 3 jam
5. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tekan dan pengujian struktur mikro

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat material berpori dari komposit hidroksipatit dengan Al₂O₃
2. Mengkarakterisasi sifat fisik dari komposit hidroksipatit dengan Al₂O₃ melalui pengujian densitas dan pengujian struktur mikro
3. Mengkarakterisasi sifat mekanik dari komposit hidroksipatit dengan Al₂O₃ melalui pengujian tekan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, adalah:

1. Sebagai salah satu referensi yang relevan untuk penelitian tentang material berpori dari komposit hidroksipatit-Al₂O₃
2. Sebagai informasi dalam dunia medis tentang sintesis tulang berpori dari komposit hidroksipatit- Al₂O₃

1.6 Metode Penelitian

Metode penulisan yang digunakan dalam proses penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
2. Pengujian Laboratorium
3. Analisa Data

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana tiap babnya terdapat uraian dan gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut meliputi:

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi dan data yang akan mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literatur.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang diagram alir penelitian, literatur, alat dan bahan yang digunakan, dan metode penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab yang terdiri dari data hasil yang didapat selama penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang mencakup kesimpulan dan saran yang secara umum merupakan rangkuman dari hasil penelitian yang dilakukan.

Daftar Pustaka

- ASTM. (2000). *Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement*. United States.: West Conshohocken.
- Bahri, S. (2015). *Sintesis dan Karakterisasi Zeolit X dari Abu Vulkanik Gunung Kelud dengan Variasi Rasio Molar Si/Al Menggunakan Metode Sol-Gel*. Retrieved from Malang:
- Barakat, N. A. M., Khalil, K. A., Sheikh, F. A., Omran, F. A., Gaihre, B., Khil, M. S., & Kim, H. Y. (2009). Physiochemical characterizations of hydroxyapatite extracted from bovine bones by three different methods: Extraction of biologically desirable HA. *Materials Science and Engineering*, 28(8), 1381-1387.
- Barsoum, M. (1997). *Fundamentals of Ceramic* (Vol. 2). New York: Mc Graw-Hill Companies.
- Brown, M. E. (2001). *Introduction to Thermal Analysis*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Dee, K. C., Puleo, D. A., & Tos, R. B. (2002). *Biomedical Engineering*. New York.
- Fadli, A., Akbar, F., & Komalasari. (2014). *Pembuatan Serbuk Hidroksiapatit dan Komposit Alumina-Hidroksiapatit Berpori Untuk Aplikasi Orthopedik* Retrieved from Riau:
- Ferraz, M. P., Montero, F. J., & Manuel, C. M. (2004). Hydroxyapatite nanoparticles : A review of preparation methodologies. *Journal of Applied Biomaterials & Biomechanic*, 2, 74-80.
- Hartomo, A. (1992). *mengenal keramik canggih, cerdas dan biokeramik*. yogyakarta: andi offset.
- Hench, L. L. (1991). Bioceramics: From Concept to Clinic. *Journal of the American Ceramic Society*, 74, 1487-1510.
- Hilmi, I., Rinastiti, M., & Herliansyah, M. K. (2011). *Synthesis of Hydroxyapatite from Local Bovine Bones for Biomedical Application*. Paper presented at the Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME), Bandung, Indonesia.
- Kusrini, E., & Sontang, M. (2012). Characterization of X-Ray Diffraction and Electron Spin Resonance: Effects of Sintering Time and Temperature on Bovine Hydroxyapatite. *Rad. Physical and Chem*, 81, 118-125.
- Manurung, R. (1997). tinjauan umum dental implan. *jurnal kedokteran gigi universitas padjajaran*, 9, 28-32.
- Mohomed, K. (2010). Thermogravimetric Analysis Theory, Operation, Calibration, and Data Interpretation. *Thermal Application Chemist*.
- Muliati. (2016). *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Tuna (Thunus Sp) dengan Metode Sol-gel*. Retrieved from makassar:

- Panda, A. K. (2012). *Synthesis and Characterization of Calcium Phosphate-Alumina Composites*. (Bachelor of Technology), National Institute of Technology Technology Rourkela, Rourkela.
- Pane, M. S. (2004). *penggunaan hidroksiapatit sebagai bahan dental implant*. medan.
- Pudjiastuti, A. R. (2012). *preparasi hidroksiapatit dari tulang sapi dengan metode kombinasi ultrasonik dan spray drying*. depok.
- Respati, S. M. B. (2010). bahan biomaterial stainless steel dan keramik. *Momentum*, 6, : 5 - 8.
- Romawarni, A. (2011). *Sintesis dan Uji In Vitro Hidroksiapatit Berporogen Kitosan dengan Metode Sol Gel*. Retrieved from Bogor:
- Ruksudjarit, A., Pengpat, K., Rujijanagul, G., & Tunkasiri, T. (2008). *Synthesis and characterization of nanocrystalline hydroxyapatite from natural bovine bone* (Vol. 8).
- Sanusi, D. (2013). Analitik Instrumen X-Ray Diffraction. *Material Science Instrument*, 2, 155-167.
- Setiadi, A., & Setiyohadi. (1996). tindakan bedah peridental dengan pemberian hidroksiapatit. *majalah ilmiah kedokteran gigi universitas trisakti* 75.
- Sontang, M. (2000). *optimasi hydroxyapatite dalam tulang sapi melalui proses sintering*. depok.
- Suh, H. (1998). Recent Advances in Biomaterials. *Yonsei Medical Journal*, 39(87-96).
- Suryadi. (2011). *sintesis dan karakterisasi biomateria hidroksiapatit dengan proses pengendapan basah*. depok.
- Wathi, A. F. D., Wardhani, S., & Khunur, M. M. (2014). Pengaruh Perbandingan Massa Ca:P Terhadap Sintesis Hidroksiapatit Tulang Sapi dengan Metode Kering. *kimia student journal*, 1(2), 196-202.
- Ylinen, P. (2006). *Application of Corraline with Bioabsorbable Containment and Reinforcement as Bone Graft Substitute*. Retrieved from Helsinki: