

SKRIPSI

STUDI PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE* *SINTERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂

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



AZIMAN HAZAZI

03051181520038

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

STUDI PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE* *SINTERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂

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



OLEH:

AZIMAN HAZAZI

03051181520038

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE* *SINTERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂

SKRIPSI

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

OLEH:
AZIMAN HAZAZI
03051211520038

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, Juli 2020
Dosen Pembimbing,



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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

SKRIPSI

NAMA : AZIMAN HAZAZI

NIM : 03051181520038

JURUSAN : TEKNIK MESIN

**JUDUL : STUDI PENGARUH VARIASI
TEMPERATUR SINTERING TERHADAP
SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT
HA/SiO₂**

DIBERIKAN : 19 SEPTEMBER 2019

SELESAI : 16 JULI 2020

Indralaya, Maret 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225_199702 1 001

Dosen Pembimbing,

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE SINTERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂”, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Juli 2020.

Indralaya, 16 Juli 2020

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

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

Anggota:

1. Ir. Firmansyah Burlian, M.T
NIP. 195612271988111001

2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19591015 198703 1 006



(.....)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Dosen Pembimbing



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aziman Hazazi
NIM : 03051181520038
Judul : Studi Pengaruh Variasi *Temperature Sintering* terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Komposit HA/SiO₂

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari 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 adanya unsur paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2021



Aziman Hazazi
NIM : 03051181520038

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aziman Hazazi

NIM : 03051181520038

Judul : Studi Pengaruh Variasi *Temperature Sintering* terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Komposit HA/SiO₂

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Univeritas 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 (*Correspondingauthor*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa adanya unsur paksaan dari siapapun.

Indralaya, Maret 2021



Aziman Hazazi

NIM. 03051181520038

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul “ANALISA PENGELASAN BESI COR KELABU ASTM A48 CLASS 40 MENGGUNAKAN SMAW” Laporan proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanawata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya serta nikmat kesehatan dan keselamatan.
2. Kedua orang tua saya yang selalu memberi semangat dan dukungan serta nasihat agar saya mampu menjalani perkuliahan dengan baik.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Gunawan S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, memberi saran, mengarahkan, dan membantu selama proses penyelesaian skripsi.
6. Seluruh staff pengajar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, untuk semua ilmu selama penulis menimba ilmu di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Staff Jurusan, Kak Guntur selaku coordinator Lab. Material Teknik, Kak Iwan selaku coordinator Lab. CNC-CAD/CAM.
8. Teman-teman di Teknik Mesin angkatan 2015.

Penulis menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan.

Indralaya, Juli 2020



Penulis

RINGKASAN

STUDI PENGARUH VARIASI *TEMPERATURE SINTERING* TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂.

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, 16 Juli 2020

Aziman Hazazi : Dibimbing oleh Gunawan S.T., M.T., Ph.D.

STUDY OF THE EFFECT OF TEMPERATURE SINTERING VARIATION ON MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF HA / SiO₂ COMPOSITE.

xvii + 41 halaman, 7 tabel, 29 gambar, 10 lampiran.

RINGKASAN

Biomaterial merupakan material yang berfungsi mengembalikan dan meregenerasi jaringan tulang yang rusak. Adanya keterbatasan dalam setiap material, memicu perkembangan riset dibidang biomaterial. Hingga saat ini studi mengenai biomaterial terus berkembang, terutama material hidroksiapatit (HA) yang merupakan senyawa mineral dan bagian dari kelompok mineral apatit, dengan rumus kimia Ca₁₀(PO₄)(OH)₂ Sebagai suatu bahan keramik yang memiliki kesamaan komposisi kimia dengan jaringan tulang. Pada penelitian kali ini menggunakan tulang sapi sebagai matrix dengan kandungan 80% dan silika sebagai penguat dengan kandungan 20%. Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO₂ (*silicon dioxida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO₂). Biomaterial memiliki peran yang penting dalam dunia kesehatan. Alat-alat kesehatan merupakan salah satu bentuk peran biomaterial dalam dunia kesehatan, Serta perbaikan jaringan tulang pada manusia. Biomaterial merupakan bahan yang tak hidup yang digunakan dalam bidang kedokteran untuk berinteraksi dengan jaringan hidup yang berguna untuk mengganti bagian pada suatu makhluk hidup. Sebagai material yang bisa menggantikan tulang, biomaterial terbagi menjadu dua yaitu biomaterial logam dan biomaterial keramik. Tulang adalah suatu jaringan yang dinamis yang dapat diperbaharui dan direkonstruksi secara continue. Pada tulang terdapat pembuluh limfe, pembuluh darah serta syaraf. Tulang paha (femur) memiliki bentuk seperti silinder dengan bagian ujung yang membesar. Tulang sapi memiliki sifat keras,

kuat dan kaku. Tulang sapi memiliki struktur yang hampir sama dengan tulang manusia dan memiliki karakteristik mekanik, oleh karena itu tulang sapi digunakan peneliti sebagai pengganti tulang manusia. Selain itu tulang sapi memiliki penampang tulang yang cukup lebar dan lebih mudah diperoleh sehingga dalam pengambilan spesimen atau sampel lebih mudah. Tulang sapi pada prinsipnya sama dengan tulang lainnya. Memiliki kandungan yang hampir sama dengan tulang lainnya. Komposisi tulang sapi yang terdiri dari 93% hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dan 7% β – tricalcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, β -TCP) (Ooi et al., 2007). Komposisi kimia tulang sapi terdiri dari zat anorganik berupa Ca, P, O, H, Na dan Mg, dimana gabungan reaksi kimia unsur-unsur Ca, P, O, H merupakan senyawa apatite mineral sedangkan senyawa Na dan Mg merupakan komponen zat anorganik tambahan penyusun tulang sapi dengan titik lebur tulang sapi sebesar 1227°K . Silika adalah senyawa hasil polimerisasi asam silikat, yang tersusun dari rantai satuan SiO_4 tetrahedral dengan formula umum SiO_2 . Di alam senyawa silika ditemukan dalam beberapa bahan alam, seperti pasir, kuarsa, gelas, dan sebagainya. Silika sebagai senyawa yang terdapat di alam berstruktur kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintesis adalah amorph. Secara sintesis senyawa silika dapat dibuat dari larutan silikat atau dari pereaksi silan. Silika gel sebagai salah satu senyawa silika sintesis yang berstruktur amorph. Hidroksiapatit merupakan suatu material yang bisa digunakan sebagai salah satu bahan untuk pengganti tulang dikarenakan memiliki sifat mirip seperti jaringan tulang yang memiliki kalsium tinggi dan memiliki komposisi kimia yang mirip dengan fase mineral tulang manusia. Cangkang telur, tulang sapi, dan lainnya adalah hidroksiapatit yang berasal dari bahan organik. Hidroksiapatit memiliki sifat spesifik diantaranya adalah biokompatibel dan tidak beracun. Tetapi memiliki sifat mekaniknya relatif rendah terutama dilingkungan basah dan tidak diserap oleh tubuh sehingga cocok digunakan untuk restorasi jangka panjang dan prosedur ridge preservation. Rumus molekul hidroksiapatit diketahui sebagai berikut $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang termasuk dalam keluarga kalsium fosfat. Hidroksiapatit juga bisa berasal dari bahan anorganik yang mengandung posfat misalkan pada batu-batuan. Warna dari bubuk tulang sapi mengalami perubahan setelah dilakukan proses sintering. hal ini dikarenakan adanya dekomposisi dari zat organik pada bubuk tulang. Dimana tulang sapi sebelum dilakukan sintering pada temperatur ruang berwarna putih kekuningan, hitam pada suhu 500°C , abu-abu pada suhu $600 - 800^\circ\text{C}$, dan menjadi putih pada suhu $900 - 1100^\circ\text{C}$.

Kata Kunci : Biomaterial, Tulang Sapi, Silika, Hidroksiapatit, *Sintering*.

Kepustakaan :40 (1991 - 2016)

SUMMARY

STUDY OF THE EFFECT OF TEMPERATURE SINTERING VARIATION ON MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF HA / SiO₂ COMPOSITE.

Scientific writing in the form of Thesis, 16 July 2020

Aziman Hazazi : Supervised by Gunawan S.T., M.T., Ph.D.

STUDI PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KOMPOSIT HA/SiO₂..

xvii + 41 pages, 7 tables, 29 images, 10 attachment

SUMMARY

Biomaterial is a material that functions to restore and regenerate damaged bone tissue. There are limitations in each material, triggering the development of research in the field of biomaterials. Until now, studies on biomaterials continue to develop, especially hydroxyapatite (HA) material which is a mineral compound and part of the apatite mineral group, with the chemical formula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ as a ceramic material that has the same chemical composition with bone tissue. In this study using beef bone as a matrix with a content of 80% and silica as a reinforcement with a content of 20%. Silica is a chemical compound with the molecular formula SiO₂ (silicon dioxides) which can be obtained from mineral silica, vegetable and crystal synthesis. Mineral silica is a compound that is commonly found in mining / mining materials in the form of minerals such as quartz sand, granite, and phosphar which contain silica crystals (SiO₂). Biomaterials have an important role in the world of health. Medical devices are a form of the role of biomaterials in the world of health, as well as repair of bone tissue in humans. Biomaterials are non-living materials that are used in the medical field to interact with living tissues which are useful for replacing parts in a living thing. As a material that can replace bone, biomaterials are divided into two, namely metal biomaterials and ceramic biomaterials. Bone is a dynamic network that can be continuously renewed and reconstructed. In the bones there are lymph vessels, blood vessels and nerves. The femur (femur) has a cylindrical shape with an enlarged tip. Bovine or bovine bone is widely used as a base for making hydroxyapatite because it has high level of effectiveness than chicken egg shells, limestone and fish bones. Bovine bones are hard, strong and stiff. Cow

bone has a structure almost the same as human bone and has mechanical characteristics, therefore cow bones are used by researchers as a substitute for human bones. In addition, beef bones have a cross-section of the bones that is quite wide and easier to obtain, so that specimen or sample collection is easier. Cow bones are in principle the same as other bones. Contains almost the same as other bones. The composition of beef bone consists of 93% hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) and 7% β -tricalcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, β -TCP) (Ooi et al., 2007). The chemical composition of beef bones consists of inorganic substances in the form of Ca, P, O, H, Na and Mg, where the combination of chemical reactions of the elements Ca, P, O, H is a mineral apatite compound while Na and Mg compounds are additional inorganic components. bovine bone with a melting point of bovine bone of 1227°K . Silica is a compound resulting from the polymerization of silicic acid, which is composed of tetrahedral SiO_4 unit chains with the general formula SiO_2 . In nature, silica compounds are found in several natural materials, such as sand, quartz, glass, and so on. Silica as a compound found in nature has a crystalline structure, while as a synthetic compound is amorph. Synthetically, silica compounds can be made from silicate solutions or from silane reagents. Silica gel is a synthetic silica compound that has an amorphous structure. Hydroxyapatite is a material that can be used as a substitute for bone because it has similar properties such as bone tissue which has high calcium and has a chemical composition similar to the mineral phase of human bones. Egg shells, beef bones, and others are hydroxyapatite derived from organic matter. Hydroxyapatite has specific properties including biocompatibility and non-toxicity. But it has relatively low mechanical properties, especially in wet environments and is not absorbed by the body, making it suitable for long-term restoration and ridge preservation procedures. The molecular formula for hydroxyapatite is known as $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ which belongs to the calcium phosphate family. Hydroxyapatite can also come from inorganic materials that contain phosphates, for example in rocks. The color of the beef bone powder changes after the sintering process. this is due to the decomposition of organic substances in the bone powder. Where the beef bones before sintering at room temperature are yellowish white, black at 500°C , gray at $600 - 800^\circ \text{C}$, and turn white at $900 - 1100^\circ \text{C}$.

Keywords: Biomaterials, Bovine Bone, Silica, Hydroxyapatite, Sintering.

Bibliography: 40 (1991 - 2016)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biomaterial	5
2.1.1 Biomaterial Logam	5
2.1.2 Biomaterial Keramik	6
2.2 Dasar-Dasar Material.....	8
2.2.1 Tulang Sapi	8
2.2.2 Silika	10
2.3 Hidroksiapatit	10
2.4 Sifat-Sifat Hidroksiapatit	12
2.4.1 Sifat-Sifat Hidroksiapatit	12
2.4.2 Sifat Mekanik Hidroksiapatit	13
2.4.3 Sifat Kimia Hidroksiapatit	14
2.5 Sintetis Hidroksiapatit.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir.....	17
3.2 Persiapan Bahan Keramik Hidroksiapatit	18
3.3 Persiapan Bahan <i>Reinforced</i>	18
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.4.1 Proses Persiapan Hidroksiapatit (Tulang Sapi)	19

3.4.2	Proses Persiapan <i>Reinforced</i> (Silika).....	22
3.5	Pembuatan Hidroksiapatit	23
3.6	Metode Pengujian	25
3.6.1	Pengujian Tekan	26
3.6.2	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	27
3.6.3	Pengujian Densitas.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Sintering Hidroksiapatit	29
4.2	Hasil Pengujian Tekan	32
4.3	Hasil Pengujian Densitas.....	33
4.4	Hasil Pengujian Pengujian XRD	35
4.4.1	Hasil Pengujian XRD Temperatur 1100°C dan 1200°C.....	35
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	37
5.2.	Saran.....	37
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tulang Femur.....	9
Gambar 2.2	Silika	10
Gambar 2.3	Struktur Kimia Hidroksiapatit	11
Gambar 2.4	Serbuk Hidroksiapatit.....	12
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	17
Gambar 3.2	Tulang Yang Didapatkan Dari Rumah Makan	18
Gambar 3.3	Membersihkan Tulang Sapi	19
Gambar 3.4	Perebusan Tulang	20
Gambar 3.5	Proses Pengeringan Tulang.....	21
Gambar 3.6	Pemotongan Tulang Sapi Menjadi Kecil	22
Gambar 3.7	Mesin <i>Furnace</i> Untuk Proses Kalsinasi.....	23
Gambar 3.8	<i>Ball Milling</i>	24
Gambar 3.9	<i>Compression Milling</i>	24
Gambar 3.10	<i>Electric Furnace</i>	25
Gambar 3.11	Grafik Proses Sintering pada Temperatur 1100°C	25
Gambar 3.12	Grafik Proses Sintering pada Temperatur 1200°C	26
Gambar 3.13	Ukuran Spesimen Uji Tekan.....	27
Gambar 3.14	Alat Uji Tekan	28
Gambar 3.15	Alat Uji XRD	28
Gambar 4.1	Proses Sintering Hidroksiapatit.....	29
Gambar 4.2	Hidroksiapatit Setelah Kalsinasi.....	30
Gambar 4.3	Hidroksiapatit Setelah Sintering.....	30
Gambar 4.4	Hasil Sintering pada Suhu 1100°C	31
Gambar 4.5	Hasil Sintering pada Suhu 1200°C	31
Gambar 4.6	BONGSHIN Hydraulic Universal Material Tester	32
Gambar 4.7	Penimbangan Massa Specimen Benda Basah	33
Gambar 4.8	Penimbangan Massa Specimen Benda Kering	34
Gambar 4.9	Hasil XRD Komposit HA/SiO ₂ Temperatur 1100°C.....	36

Gambar 4.10 Hasil XRD Komposit HA/SiO₂ Temperatur 1200°C 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Biomaterial Logam.....	6
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Bioamterial Keramik	7
Tabel 2.3 Keramik yang Digunakan dalam Bidang Kedokteran.....	8
Tabel 2.4 Sifat Mekanik Hidroksiapatit	14
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tekan Temperatur 1100°C, dan 1200°C	33
Tabel 4.2 Hasil Uji Densitas dan Porositas Komposit HA/SiO ₂ 1100°C	34
Tabel 4.3 Hasil Uji Densitas dan Porositas Komposit HA/SiO ₂ 1200°C.....	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia dalam melakukan aktivitasnya banyak mengalami permasalahan serius yang disebabkan oleh kecelakaan dan penyakit. Salah satu contohnya yaitu kecelakaan lalu lintas yang fatal sering terjadi mengalami patah tulang. Makin tingginya tingkat kecelakaan yang terjadi di masyarakat berdampak pada makin tinggi pula kebutuhan masyarakat akan biomaterial untuk menggantikan atau memperbaiki organ tubuh atau jaringan yang rusak maupun hilang. Kerusakan atau cacat pada tulang mengakibatkan terganggunya fungsi tersebut sehingga tulang perlu diperbaiki. Dewasa ini, penggunaan biomaterial sebagai tulang implan merupakan salah satu alternatif yang telah banyak dikembangkan.

Biomaterial merupakan material yang berfungsi mengembalikan dan meregenerasi jaringan tulang yang rusak” (Dahlan, 2013). Adanya keterbatasan dalam setiap material, memicu perkembangan riset dibidang biomaterial. Hingga saat ini studi mengenai biomaterial terus berkembang, terutama material hidroksiapatit (HA.p) yang merupakan senyawa mineral dan bagian dari kelompok mineral apatit, dengan rumus kimia $Ca_{10}(PO_4)(OH)_2$ Sebagai suatu bahan keramik yang memiliki kesamaan komposisi kimia dengan jaringan tulang” (Bahrololoom et al. 2009).

Baru-baru ini, sudah banyak penelitian mengenai biomaterial dilakukan. Biomaterial sekarang ini sudah banyak diaplikasikan pada ilmu biomedis. Dari banyak biomaterial yang disintesis, biomaterial hidroksiapatit merupakan biomaterial yang sering diaplikasikan dalam bidang medis. Biomaterial untuk rekonstruksi kerangka dan jaringan gigi karena sifatnya yang biokompatibel dan tidak beracun serta bahan yang dapat digunakan dengan jaringan tulang yaitu hidroksiapatit (Nemirkol et al., 2012). Dalam pembuatan hidroksiapatit

banyak bahan dasar alami yang bisa digunakan contohnya yaitu Tulang sapi, Cangkang telur ayam, Batu gemping serta Tulang ikan, Pada penelitian kali ini menggunakan Tulang sapi yang dipilih sebagai bahan utama karena memiliki kandungan yang sama dengan keramik dan mudah untuk didapatkan terlebih lagi harganya yang murah.

Pada penelitian kali ini menggunakan tulang sapi sebagai matrix dengan kandungan 80% dan silika sebagai penguat dengan kandungan 20% . Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (silicon dioksida) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir kuarsa, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2)” (Bragmann and Goncalves, 2006; Della et al, 2002).

Dari penguraian diatas, dapat disimpulkan bahwa penulis mengambil skripsi tentang **“Studi Pengaruh Variasi *Temperature Sintering* terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Komposit HA/ SiO_2 ”**

1.2 Rumusan Masalah

Pembuatan Hidroksiapatit memakai bahan limbah tulang sapi sebagai matrix 80%, dan silika 20% sebagai bahan penguat nya. Pada penelitian ini akan membahas variasi temperatur sintering terhadap sifat fisik (densitas dan porositas) dan sifat mekanik (kekuatan tekan). Waktu sintering adalah penentu utama hasil sifat-sifat material hasil teknologi serbuk.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian :

- a. Matrix yang dipakai merupakan limbah tulang sapi dengan kandungan 80%
- b. Reinforced yang digunakan merupakan silica (SiO_2) yang berguna untuk penguat komposit Hidroksiapatit dengan kandungan 20%
- c. Bahan dasar SiO_2 berasal dari kaca bekas
- d. Menggunakan Ball Milling, Grinding, dan Mortar untuk menghancurkan tulang yang telah dipotong kecil-kecil hingga menjadi serbuk yang diinginkan
- e. Menggunakan 2 variasi parameter sintering yang digunakan yaitu suhu 1100°C dan 1200°C dengan heating rate $10^\circ\text{C}/\text{min}$ dan Holding time 3 jam

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Untuk membuat material komposit hidroksiapatit dengan SiO_2
- b. Untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur sintering terhadap material komposit HA/ SiO_2
- c. Untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik dari komposit Hidroksiapatit dengan SiO_2 melalui pengujian densitas, dan pengujian tekan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian :

- a. Mengetahui cara pembuatan komposit Hidroksiapatit-SiO₂
- b. Sebagai salah satu referensi untuk penulis lain yang relevan terhadap penelitian tentang material dari komposit hidroksiapatit-silika (HA/SiO₂)
- c. Mempelajari pengaruh temperatur sintering komposit HA/SiO₂.

DAFTAR RUJUKAN

- A.Ruksudjarit, K.Pengpat, G.Rujijanagul, & T.Tunkasiri. (2008). Synthesis and characterization of nanocrystalline hydroxyapatite from natural bovine bone. *Vol. 8*.
- Al-Sanabani, J. S., Madfa, A. A., & Al-Sanabani, F. A. (2013). Application of Calcium Phosphate Materials in Dentistry. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Biomaterials*, 2013, 12.
- Andrena, Soeroso, Y., & Bachtiar, E. W. (2008). Evaluasi Pemberian Bahan Allograft Dan Alloplast Pada Penderita Periodontitis Agresif Menyeluruh Dengan Genotipe Positif Alel 2 (+3954) Interleukin-1 Beta. *Indonesian Journal of Dentistry*, 135-140.
- Ardhiyanto, H. B. (2011). Peran Hidroksiapatit Sebagai Bone Graft Dalam Proses Penyembuhan Tulang. *Stomatognatic (J.K.G Unej)*, 8, 18-21.
- ASTM. (2000). Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. United States : West Conshohocken.
- 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 HAp. *Materials Science and Engineering*, C28, 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.
- Dahlan., K. (2013). Potensi Kerang Ranga Sebagai Sumber Kalsium Dalam Sintesis Biomaterial Substitusi Tulang. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 147-151.
- Darmawan, D., & Y, W. (2008). Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Hidroksiapatit (HA) Sebagai Aplikasi Graft Tulang Sintetik. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 4, 143-153.
- Davis, K. (2010). Material Review: Alumina (Al₂O₃). *School of Doctoral Studies (European Union) Journal*, 109-114.
- Dee, Puleo.K.C, & Tos.D.A. (2002). *Biomedical engineering*. New York: Wiley and sons.
- Dewi., S. U. (2009). *Pembuatan Komposit Kalsium Fosfat Kitosan Dengan Metode Sonikasi*. (Magister Sains), Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fadhilah, N., Irhamni, & Jalil, Z. (2016). Sintesis Hidroksiapatit yang Berasal dari Tulang Sapi Aceh. *Journal of Aceh Physics Society*, 5, 19-21.
- Farzadi, A., & Soliati., H. M. (2011). Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite / β -Ricalcium Phosphate Nanocomposites Using Microwave Irradiation. *Jurnal Science Direct*, 37, 65-71.

- Ficai, A., Andronescu, E., Voicu, G., & Ficai., D. (2011). Advances in Collagen/Hydroxyapatite Composite Materials World's largest Science, Technology & Medicine Open Access book publisher: INTECH.
- Fitriawan, M., Amalia, S. R., & Saputra, B. A. (2014). Sintesis Hidroksiapatit Berbahan Dasar Tulang Sapi dengan Metode Pretipitasi sebagai Kandidat Pengganti Graft Berdasarkan *Compressive Strength*. *Prosiding SNMF 2014*.
- Hench., L. L. (1991). Bioceramics : From Concept to Clinic. *Journal of the American Ceramic Society*, 74, 1487-1510.
- Hidayat., E. A., & Iqbal. (2015). Analisa Sifat Mekanik Biokomposit Hidroksiapatit-Borosilikat Dengan Variasi Temperatur Pada Komposisi Tetap 70 : 30. 7.
- Hilmi, I., Rinastiti, M., herliansyah, M.K. (2011). *Synthesis of Hydroxyapatite from Local Bovine Bones for Biomedical Application*. Paper presented at the 2011 International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering, Bandung, Indonesia.
- Hin., T. S. (2001). Engineering Materials for Biomedical Applications *Biomaterials Engineering and Processing* (Vol. 1).
- Jayaswal, G. P., Dange, S. P., & Khalikar, A. N. (2010). Bioceramic in Dental Implants: A Review. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 10, 8-12.
- Maisarah. (2015). *Pengaruh Variasi Waktu Tahan Terhadap Karakteristik Coating Dental Implant Berbasis Nano-HAp Dari Tulang Sapi*. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Mohomed, K. (2010). Thermogravimetric Analysis Theory, Operation, Calibration, and Data Interpretation. *Thermal Application Chemist*.
- Ooi, C. Y., Hamdi, M., Ramesh, S. (2007). Properties of Hydroxyapatite produced by annealing of bovine bone. *Ceramics International*, 33, 1171-1177.
- Othsuki., M. (2009). Bone-grafting Materials Their Uses Advantages and Disadvantages. *The Journal of the American Dental Association*, 133.
- Rachmania., A. (2012). *Preparasi Hidroksiapatit dari Tulang Sapi dengan Metode Kombinasi Ultrasonik dan Spray Drying*. (Magister teknik), Universitas Sriwijaya, Depok.
- Ruksudjarit, A., Pengpat, K., Rujijanagul, G., Tunkasiri, T. (2008). Synthesis and characterization of nanocrystalline hydroxyapatite from natural bovine bone. *Current Applied Physics*, 8, 270-272.
- Saleha, & Halik, M. (2015). *Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Nanopartikel Kalsium Oksida (CaO) Cangkang Telur Untuk Aplikasi Dental Implan*. Paper presented at the Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI, Jateng dan DIY, Yogyakarta.
- Sanusi, D. (2013). Analitik Instrumen X-Ray Diffraction. *Material Science Instrument*, 2, 155-167.
- Sontang., M. (2000). *Optimasi Hydroxyapatite Dalam Tulang Sapi Melalui Proses Sintering*. Universitas Indonesia.
- Suh., H. (1998). Recent Advance in Biomaterials., *Yonsei Medical Journal*, 39, 87-96.

- Sukma, H., Prasetyani, R., & Rahmalina, D. (2015). Peran Penguat Partikel Alumina Dan Silikon Karbida Terhadap Kekerasan Material Komposit Matriks Aluminium. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1-13.
- Sumono, A., & Fatmawati, D. W. A. (2014). Penggunaan Matriks Composite Absorbable di Bidang Kedokteran Gigi. *Stomatognatic*, 11, 16-22.
- Sunarintyas., D. S. (2011). Karakterisasi Toksisitas Hidroksiapatit yang Disintesis dari Kalsit Terhadap Rattus Norvegicus. *Jurnal Teknosains*, 2, 1-70.
- Sutowo, C., Ikhsan, M., & Kartika, I. (2014). Karakteristik Material Biokompatibel Aplikasi Implan Medis Jenis Bone Plate. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*, 1-5.
- Wahdah, I., Wardhani, S., & Darjito. (2014). Sintesis Hidroksiapatit dari Tulang sapi dengan Metode Basah-Pengendapan. *Kimia Student Journal*, 1, 92-97.
- Warastuti, Y., Budianto, E., & Darmawan. (2012). Sintesis Dan Karakterisasi Membran Komposit Hidroksiapatit Tulang Sapi Khitosan-Poli (Vinil Alkohol) Untuk Aplikasi Biomaterial. *Jurnal Sains Materi indonesia*, 16, 83-90.
- Wataha., J. C. (2001). Principles of Biocompatibility for Dental Practitioners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86, 203-209.
- Ylinen, P. (2006). *Application of Corraline with Bioabsorbable Containment and Reinforcement as Bone Graft Substitute*. Retrieved from Helsinki: