

SKRIPSI

KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/SiO₂ BERPORI DENGAN *SPACE HOLDER* KACANG HIJAU



MUHAMMAD ADITYA PUTRA PRATAMA

03051181621010

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

SKRIPSI

KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/SiO₂ BERPORI DENGAN *SPACE HOLDER* KACANG HIJAU

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



OLEH
MUHAMMAD ADITYA PUTRA PRATAMA
03051181621010

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

**KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/SiO₂ BERPORI DENGAN
SPACE HOLDER KACANG HIJAU**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:
MUHAMMAD ADITYA PUTRA PRTAMA
03051181621010**

Inderalaya, 10 November 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19741225 199702 1 001**

Pembimbing Skripsi



**Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19770507200112 1 001**

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : Muhammad Aditya Putra Pratama
NIM : 03051181621010

**JUDUL : KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/SiO₂ BERPORI
DENGAN SPACE HOLDER KACANG HIJAU**

DIBERIKAN :

SELESAI :


Inderalaya, November 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19741225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi


Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19770507200112 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Karakterisasi Komposit HA/SiO_2 Berpori dengan *Space Holder* kacang hijau” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada Tanggal 19 November 2020.

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. 1. Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T

()

NIP. 197002281994121001

Anggota :

1. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T

()

NIP. 196004071990031003


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

()

NIP. 198105102008011005


Ketua Jurusan Teknik Mesin
Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19741225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi


Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19770507200112 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini

Skripsi yang berjudul “Karakterisasi Komposit Ha/SiO₂ berpori dengan *space holder* kacang hijau”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Ismail Somad dan Ibu Susila Dewi selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
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.
4. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Dosen pembimbing yang membantu dalam pembuatan skripsi ini.
5. Nurhabibah Paramitha Eka Utami S.T.,M.,T selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Wahyudi Amin selaku sahabat penulis yang sekaligus teman diskusi dalam mengerjakan penulisan 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 ke depannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, 19 November 2020



Muhammad Aditya Putra Pratama

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Aditya Putra Pratama

NIM : 03051181621010

Judul : Karakterisasi komposit HA/SiO₂ dengan *space holder* kacang hijau

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.

Inderalaya, 19 November 2020



Muhammad Aditya Putra Pratama

03051181621010

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Aditya Putra Pratama

NIM : 03051181621010

Judul : Karakterisasi Komposit HA/SiO₂ Berpori Menggunakan
Space Holder kacang hijau

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.



Inderalaya, 19 November 2020



Muhammad Aditya Putra Pratama

03051181621010

RINGKASAN

KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/SiO_2 BERPORI MENGGUNAKAN
SPACE HOLDER KACANG HIJAU.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 08 Agustus 2020

Muhammad Aditya putra pratama;Dibimbing oleh Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.

CHARACTERIZATION OF PORATED HA / SiO_2 COMPOSITE USING
GREEN NUTS SPACE HOLDER xxvii + 64 pages, 14 tables, 41 images.

RINGKASAN

Hidroksiapatit merupakan salah satu keramik yang memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memiliki sifat yang mirip dengan tulang pada manusia, dan dapat dijadikan sebagai katalis, bahan seperti tulang sapi mudah di dapatkan, begitu pula dengan silika dan kacang Hijau. Pembuatan hidroksiapatit berbahan dasar tulang sapi bertujuan agar bisa mengurangi limbah dari tulang sapi dan dimanfaatkan sebagai katalis. Komposit hidroksiapatit menggunakan metode metalurgi serbuk menggunakan bahan baku berupa tulang sapi yang telah di kalsinasi pada temperatur $900^{\circ}C$ dan juga serbuk silika (SiO_2) serta serbuk Kacang Hijau yang telah di oven sebagai *space holder* dalam pembuatan hidroksiaptit berpori. Ukuran serbuk yang digunakan adalah 200 mesh atau 0,074 mm. Proses pembuatannya melibatkan proses kalsinasi dengan *elektric furnace*, *grinding*, *sifting*, *mixing* menggunakan *ballmilling*, *compression* menggunakan alat kompaksi dengan tekanan 2000 Psi selama 10 menit per spesimen, dan *sintering* dengan temperatur $1100^{\circ}C$ dan $1200^{\circ}C$. Pengujian yang dilakukan antara lain adalah pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui banyaknya porositas yang terdapat pada komposit 80% HA / 20% SiO_2 berpori, dari, pengujian *X-ray diffraction* bertujuan

mengkarakterisasi fasa-fasa yang terbentuk pada komposit, pengujian kekuatan tekan bertujuan untuk melihat sifat mekanik dari setiap spesimen, pengujian *scanning electron microscopy* untuk mengamati struktur mikro dan bentuk pori yang terbentuk. Pada pengujian densitas didapatkan rata-rata porositas yang semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu sintering yang dilakukan pada penelitian ini. Sedangkan untuk pengujian *X-ray diffraction* terdapat 3 macam fasa yaitu fasa hidroksiapatit, fasa β -TCP dan fasa silika yaitu yang sebagai reinforced pada komposit, kemudian untuk pengujian kekuatan tekan semakin tinggi suhu sintering semakin besar pula nilai kekuatan tekannya pada penelitian ini, serta untuk pengamatan bentuk pori dan ukurannya menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan di 2 titik dengan perbesaran 500x sampai 2000x terdapat bermacam macam bentuk dan ukuran yaitu dari 4.510 μm sampai 67.32 μm .

Kata Kunci : Hidrosiapatit, SiO_2 , Kacang Hijau, uji compression, uji densitas, SEM, dan XRD.

SUMMARY

CHARACTERIZATION OF PORATED HA / SiO_2 COMPOSITE USING

GREEN NUTS SPACE HOLDER Scientific writing in the form of Thesis,
Agustus 2020

Muhammad Aditya Putra Pratama : Supervised of Gunawan, S.T., M.T., Ph.D.

KARAKTERISASI KOMPOSIT HA/ SiO_2 BERPORI MENGGUNAKAN

SPACE HOLDER KACANG HIJAU.

XXVIII + 64 pages, 14 tables, 41 images.

SUMMARY

Hydroxyapatite is a ceramic that has several advantages, including having properties similar to bone in humans, and can be used as a catalyst, materials such as cow bone are easy to obtain, as well as silica and green beans. The purpose of making hydroxyapatite made from beef bone is intended to reduce waste from cow bones and be used as a catalyst. Hydroxyapatite composite using powder metallurgy method using raw materials in the form of beef bone which has been calcined at a temperature of 900°C and also silica powder (SiO_2) and green beans which have been oven as space holder in the manufacture of porous hydroxyapatite. The powder size used was 200 mesh or 0.074 mm. The manufacturing process involves calcination using an electric furnace, grinding, sifting, mixing using ballmilling, compression using a compacting tool with a pressure of 2000 Psi for 10 minutes per specimen, and sintering with temperatures of 1100°C and 1200°C. The tests carried out include density testing, which aims to determine the amount of porosity contained in porous 80% HA / 20% SiO_2 composites, from, X-ray diffraction testing aims to characterize the phases formed in the composite, compressive strength testing aims to see the properties mechanics of each specimen, testing

scanning electron microscopy to observe the microstructure and shape of the pores that are formed. In the density test, it was found that the average porosity increased with the increase in sintering temperature carried out in this study. Whereas for X-ray diffraction testing, there are 3 types of phases, namely the hydroxyapatite phase, the β -TCP phase and the silica phase which are reinforced on the composite, then for testing the compressive strength the higher the sintering temperature the greater the value of the compressive strength in this study, as well as for testing the compressive strength. Observation of pore shape and size using Scanning Electron Microscopy (SEM) was carried out at 2 points with a magnification of 500x to 2000x, there were various shapes and sizes, from 4,510 μm to 67.32 μm .

Keywords: Hydroxyapatite, SiO_2 , Mung Beans, compression test, density test, SEM, and XRD.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
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
1.6 Metode Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Hidroksiapatit	5
2.1.1 Sifat Fisis	5
2.1.2 Sifat mekanik	5
2.1.3 Sifat kimia	6
2.2 Dasar – Dasar material.....	7
2.2.1 Hidroksiapatit	7
2.2.2 <i>Silica (reinforced)</i>	8
2.2.3 Kacang hijau (<i>space holder</i>).....	9
2.3 Aplikasi Hidroksiapatit	10
2.3.1 <i>Biomaterial</i>	10
2.3.2 Katalis.....	12
2.4 Metode Pembuatan Hidroksiapatit	12
2.4.1 Metode Kering	13
2.4.2 Metode Sol-gel.....	13
2.4.3 Metode Vibro-milling	14
2.4.4 Metode Alkalin Hidrotermal	14

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1	Diagram Alir Penelitian..... 15
3.2	Persiapan Komposit Hidroksiapatit/ <i>Silica</i> (SiO₂) Berpori 16
3.2.1	Persiapan Hidroksiapatit 16
3.2.2	Persiapan <i>Silica</i> (SiO₂)..... 19
3.2.3	Persiapan <i>Space Holder</i> 20
3.3	Pembuatan Komposit HA/SiO ₂ Berpori 20
3.4	Alat dan bahan 23
3.4.1	Metode Pengujian 24
3.4.2	Pengujian densitas 26
3.4.3	Pengujian Tekan 28
3.4.4	Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) 29
3.4.5	pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)..... 29
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1	Hasil Pengujian TGA Serbuk Kacang Hijau 31
4.2	Hasil Pengujian Densitas 32
4.3	Hasil Pengujian SEM 37
4.4	Hasil Pengujian XRD 40
4.4.1.	Hasil Pengujian XRD Tulang Sapi Kalsinasi 900°C 40
4.4.2.	Hasil Pengujian XRD SiO ₂ 41
4.4.3	Hasil Pengujian XRD Komposit HA/SiO ₂ Berpori..... 42
4.5	Hasil Pengujian Tekan 44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1	Kesimpulan 49
5.2	Saran 50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hidroksiapatit	7
Gambar 2.2	Silica(SiO_2).....	8
Gambar 2.3	Kacang hijau (space holder).....	9
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	15
Gambar 3.2	Proses Pembersian Tulang Sapi	16
Gambar 3.3	Proses Perebusan Tulang sapi	16
Gambar 3.4	Proses Pengeringan Tulang Sapi	17
Gambar 3.5	Proses Pemotongan Tulang sapi.....	17
Gambar 3.6	Proses Kalsinasi.....	18
Gambar 3.7	Proses Griding	18
Gambar 3.8	Proses Penganyakan	19
Gambar 3.9	Silica	19
Gambar 3.10	Kacang hijau.....	20
Gambar 3.11	Proses Penimbangan serbuk.....	20
Gambar 3.12	Proses Mixing Menggunakan Ball Miling	21
Gambar 3.13	Alat Kompaksi.....	21
Gambar 3.14	Electric Furnace.....	22
Gambar 3.15	Grafik proses sintering 1100°C	22
Gambar 3.16	Grafik proses sintering 1200°C	23
Gambar 3.17	Specimen komposit HA/ SiO_2 berpori dengan space holder 20 % temperatur 1100°C	24
Gambar 3.18	Specimen komposit HA/ SiO_2 berpori dengan space holder kacang hijau 20% temperatur 1200°C	25
Gambar 3.19	Specimen komposit HA/ SiO_2 berpori dengan space holder kacang hijau 30% temperatur 1100°C	25

Gambar 3.20 Specimen komposit HA/SiO ₂ berpori dengan space holder kacang hijau 30% temperatur 1200°C	26
Gambar 3.21 Skema Pengujian Densitas	27
Gambar 3.22 Alat Kompaksi	28
Gambar 3.23 Alat Scanning Electron Microscopy (SEM).....	29
Gambar 3.24 Alat Uji X-Ray Diffraction (XRD	30
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian TGA Serbuk kacang Hijau	32
Gambar 4.2 Penimbangan specimen kering	32
Gambar 4.3 Penimbangan Specimen dalam fluida	33
Gambar 4.4 Grafik porositas komposit 80% HA/20%SiO ₂ temperatur 1100 °C dan 1200°C	36
Gambar 4.5 Hasil SEM komposit HA/SiO ₂ berpori pada perbesaran 200 kali	38
Gambar 4.6 Hasil SEM Komposit HA/SiO ₂ berpori pada perbesaran 2000 kali	38
Gambar 4.7 Hasil SEM Komposit HA/SiO ₂ berpori perbesaran 5000 kali.....	39
Gambar 4.8 XRD Tulang sapi Kalsinasi temperatur 900°C.....	41
Gambar 4.9 Spektrum hasil XRD SiO ₂	41
Gambar 4.10 Rujukan Spektrum hasilXRD SiO ₂	42
Gambar 4.11 Spektrum hasil XRD komposit HA/SiO ₂ dengan suhu 1100°C.....	43
Gambar 4.12 Spektrum hasil XRD komposit HA/SiO ₂ dengan suhu 1200°C.....	44
Gambar4.13 AlatKompaksi	45
Gambar 4.14 Grafik uji kuat tekan komposit 20% dan 30% SiO ₂ space holder kacang hijau	47
Gambar 4.15 Grafik uji kuat tekan komposit 80%HA/20%SiO ₂ space holder kacang hijau	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia kacang hijau	10
Tabel 4.1	Data hasil pengujian Densitas dan porositas komposit HA/SiO ₂ berpori dengan space holder kacang hijau 20% temperatur 1100°C	34
Tabel 4.3	Data hasil pengujian densitas dan porositas komposit HA/SiO ₂ berpori dengan space holder kacang hijau 30% temperatur 1200°C	35
Tabel 4.4	Data hasil pengujian densitas dan porositas komposit HA/So ₂ berpori dengan space holder kacang hijau 30% temperatur 1200°C.....	35
Tabel 4.5	Data hasil pengujian kekuatan tekan komposit HA/SiO ₂ berpori dengan 20% space holder kacang hijau pada temperatur 1100°C dan 1200°C.....	46
Tabel 4.6	Data hasil pengujian kekuatan tekan komposit HA/SiO ₂ berpori dengan 30% space holder kacang hijau pada temperatur 1100°C dan 1200°C	46
Tabel 4.7	Data hasil pengujian kekuatan tekan komposit HA/SiO ₂ berpori dengan 20% space holder kacang hijau pada temperatur 1100°C dan 1200°C di batan	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Gambar hasil pengujian kuat tekan di BATAN suhu 1100°C	i
Lampiran 1. 2 Gambar hasil pengujian kuat tekan di BATAN suhu 1200°C	ii
Lampiran 1.3 Formulir Pemeriksaan Format Skripsi.....	iii
Lampiran 1. 4 Kartu Asistensi Bimbingan Skripsi.....	iv
Lampiran 1. 5 Cek Similiritas (Turnitin).....	v

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroksiapatit ialah sebuah molekul kristalin yang tersusun oleh kalsium dan fosfat dengan rumus molekul $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$. Sebanyak 65% molekul ini biasa ditemui dalam tulang, dan juga terdapat pada struktur gigi manusia terutama dalam *dentin* dan *enamel* (Wadu, Soetjipto, and Cahyanti 2018).

Beberapa bahan dasar yang dapat digunakan untuk pembuatan hidroksiapatit antara lain tulang sapi, caking telur ayam, batu permata dan tulang ikan. Dalam penelitian ini dipilih tulang sapi sebagai bahan utama karena memiliki kandungan keramik yang sama dan mudah didapat.

Limbah tulang sapi di Indonesia sangat banyak bahkan melimpah dan dapat dimanfaatkan sebagai hidroksiapatit yang sangat bermanfaat di bidang kesehatan yang juga ekonomis dan ramah lingkungan. Hidroksiapatit yang bersumber secara alami dapat membentuk ikatan yang kuat dengan jaringan tulang. (Muhammad Sharli1, Burmawi2 2015).

Hidroksiapatit yang berasal dari tulang sapi telah banyak digunakan untuk pencangkokan, perbaikan, pengisian, atau penggantian tulang, dan dalam pemulihan jaringan gigi karena biokompatibilitasnya yang sangat baik dengan jaringan keras, bioaktivitas membangun kembali jaringan tulang yang rusak serta jaringan lunak. (Muhammad Sharli1, Burmawi2 2015) dan juga dalam pembuatan katalis.

Telah banyak dipelajari penggunaan limbah tulang sapi sebagai bahan utama pembuatan katalis dan juga dapat mengurangi limbah tulang dan secara bersamaan memproduksi katalis dengan harga murah. Selain itu, banyak sumber hidroksiapatit yang berasal dari produk limbah seperti siput, cangkang

telur dan tulang. Kepiting tanah liat dan kulit telur dapat digunakan sebagai bahan utama katalis. Katalis yang terbuat dari limbah cangkang menunjukkan potensi yang lebih baik sebagai katalis yang murah. Bagian caking yang mencapai sekitar 83-85% dari total berat siput biasanya dibuang tanpa digunakan (Qoniah and Prasetyoko 2011).

Silica adalah keramik tahan temperatur tinggi yang banyak digunakan dalam industri baja dan gelas. *silika* merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (*silica dioxida*) yang didapat dari *silica* mineral, nabati, dan sintesis Kristal. *silica* ini berfungsi sebagai penguat.

Space holder berfungsi membuat specimen menjadi berpori dengan cara di sintering pada temperatur tinggi, *space holder* yang digunakan adalah kacang hijau.

Pada penelitian kali ini akan digunakan tulang sapi sebagai *matrix* 80% dan *silica* sebagai *reinforce* dengan kandungan 20% dan menggunakan kacang hijau sebagai *spaceholder* dengan kandungan 20% .

Berdasarkan uraian diatas tersebut penulis mengambil tugas akhir / skripsi : **Karakterisasi Komposit HA/SiO₂ Berpori Dengan *Space Holder* Kacang Hijau.**

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, 80% HA menggunakan matrik limbah tulang sapi, 20% *silica* sebagi *reinforcednya* dan 20% kacang hijau sebagai *space holder* ini digunakan untuk membuat bentuk spacemen menjadi berpori. Pada penelitian kali ini akan membahas variasi sintering terhadap sifat fisik (densitas dan porositas) dan mekanik (kekuatan tekan). Waktu sintering merupakan penentu utama sifat material hasil teknologi serbuk.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain.

- a) *Matrix* yang digunakan adalah 80% limbah tulang sapi
- b) *Spaceholder* yang digunakan adalah kacang hijau yang berguna untuk membuat bentuk berpori dengan kandungan 20%
- c) Menggunakan grinding untuk menghancurkan tulang yang telah dipotong kecil-kecil menjadi serbuk yang diinginkan
- d) Menggunakan 2 variasi parameter sintering dengan yang digunakan yaitu suhu 1100°C dan 1200°C dengan heating rate 10 c/min dan Holding time 3 jam
- e) Variasi pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian compression, pengujian density, pengujian XRD, dan pengujian SEM.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penulis adalah :

- a) Untuk membuat material berpori dari komposit hidroksiapatit menggunakan SiO₂ sebagai penguat
- b) Menganalisa karakteristik sifat fisik material komposit HA/SiO₂ melalui pengujian densitas dan pengujian struktur mikro
- c) Menganalisa karakterisasi sifat mekanik material komposit HA/SiO₂ dengan pengujian tekan

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- a) Mempelajari cara membuat komposit HA/SiO₂
- b) Mempelajari karakterisasi komposit HA/SiO₂
- c) Menjadikan hidroksiapatit sebagai alternatif pembuatan katalis

1.6 Metode Penelitian

Dalam menulis skripsi ini, penulis menggunakan beberapa metode penelitian diantaranya :

- a) Studi Literatur
- b) Pengujian Laboratorium
- c) Analisa Data

DAFTAR PUSTAKA

- Andika Parahita, I Nengah Simpen, Dan Ni Gusti Ayu Made Dwi Adhi Suastuti. 2016. "Ekstraksi Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Limbah Kerajinan Tulang Sapi Menggunakan Metode Kombinasi Alkali Hidrotermal Dengan Dekomposisi Termal I." 10: 228–35.
- Al Haris, Ahmad Fadli, Silvia Reni Yenti. 2016. "Sintesis Hidroksiapatit Dari Limbah Tulang Sapi Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Rasio Ca/P Dan Konsentrasi H₃PO₄ Al." *Jurnal Kimia* 3: 1–10.
- ASTM. 2000. Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement. United States: West Conshohocken.
- Bustam, G.P, And N Rauf. 2012. "Pengaruh Suhu Pemanasan Bahan Tulang Tiruan Terhadap Kuat Tekan." *Jurnal Sains Materi Indonesia* 1: 47–55.
- Dewi, Setia Utami, And Kiagus Dahlan. 2011. "Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Menggunakan Analisis X - Ray Diffraction." : 10–13.
- Fahimah, Ayu Wahti, Diniyah Wardhani, Sri knunur, Mohammad mibah . 2014. "Pengaruh Perbandingan Massa Ca : P Terhadap Sintesis Pendahuluan Dewasa Ini , Penelitian Mengenai Biomaterial Yaitu Sintesis Bahan Biokeramik , Digunakan Dalam Bidang Biomedis . Dari Berbagai Biokeramik Yang Disintesis , Salah Satu Yang Sering Digunakan A." 1(2): 196–202.
- Handayani, Ari G.Sulistioso, Dewita.S. 2012. "Preparasi Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Berpori Dari Tulang Ikan." (April): 47–50.
- Hench, Larry L. 1991. "Bioceramics: From Concept To Clinic." *Journal Of The American Ceramic Society* 74(7): 1487–1510.
- Hwal, Shu. 1998. "Recent Advances In Biomaterials.Pdf." *Yonsei Medical Journal* 39: 87–96.

- Leung, Dennis Y.C., Xuan Wu, And M. K.H. Leung. 2010. "A Review On Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification." *Applied Energy* 87(4): 1083–95.
- Mawadara, Putri Ajri, Martha Mozartha, And K Trisnawaty. 2016. "Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit Dari Cangkang Telur Ayam Terhadap Kekerasan Permukaan Gic." *Jurnal Material Kedokteran Gigi* 2(5): 8–14.
- Melisa Adrian, Yelmida A, Dan Zultiniar. 2019. "Sintesis Hidroksiapatit Dari Precipitated Calcium Carbonate (Pcc) Cangkang Telur Ayam Melalui Proses Sol Gel Dengan Variasi Rasio Ca/P Dan Konsentrasi Asam Nitrat." *Jurnal Teknik Kimia* 6: 1–8.
- Miranda Zawazi, Ichsan Dan Siswanto, Dyah Hikmawati. 2013. "Sintesis Komposit Kolagen-Hidroksiapatit Sebagai Kandidat Bone Graft." *Journal.Unair.Ac.Id.*
- Muhammad Sharli1, Burmawi2, Yovial Mahyoeddin3. 2015. "Analisa Sifat Mekanik Biokomposit Hidroksiapatit Tulang Sapi Terhadap Variasi Waktu Pemanasan Setelah Pencampuran Silika Dengan Matriks Resin Polyester". 6: 1–6.
- Qoniah, Imroatul, And Didik Prasetyoko. 2011. "Penggunaan Cangkang Bekicot Sebagai Katalis Untuk Reaksi." (January): 1–9.
- Ruksudjarit, A., K. Pengpat, G. Rujijanagul, And T. Tunkasiri. 2008. "Synthesis And Characterization Of Nanocrystalline Hydroxyapatite From Natural Bovine Bone." *Current Applied Physics* 8(3–4): 270–72.
- Saryati, Sulistioso.Giat, Handayani 2012. "Hidroksiapatit Berpori Dari Kulit Kerang." *Jurnal Sains Materi Indonesia* (April): 31–35.
- Schneider, Sven, Leen Lambers, And Fernando Orejas. 2017. "Symbolic Model Generation For Graph Properties." In *Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics)*, , 226–43.
- Sulastri, Siti, And Susila Kristianingrum. 2010. "Berbagai Macam Senyawa Silika : Sintesis, Karakterisasi Dan Pemanfaatan." In *Prosiding Seminar*

Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan Mipa, , 211–16.

Wadu, Imelda, Hartati Soetjipto, And Margareta Novian Cahyanti. 2018. “Characterization And Antibacterial Activity Test Of Hydroxyapatite (Hap) From Chicken Eggshell Against Lactobacillus Acidophilus Bacteria.” *Jkpk (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)* 2(3): 145.

Lampiran 1. 5 Cek Similiritas (Turnitin)

skripsi adit HA			
ORIGINALITY REPORT			
8%	8%	0%	1%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	www.scribd.com Internet Source		2%
2	digilib.batan.go.id Internet Source		1%
3	media.neliti.com Internet Source		1%
4	trialforlive.blogspot.com Internet Source		1%
5	kimia.studenjournal.ub.ac.id Internet Source		1%
6	Submitted to Udayana University Student Paper		1%
7	tpa.fateta.unand.ac.id Internet Source		1%
8	repository.ipb.ac.id:8080 Internet Source		1%
9	staff.uny.ac.id Internet Source		1%