

SKRIPSI

STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

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



SEPTA OKTAVIANI

03051181823100

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SKRIPSI

STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

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



Oleh
SEPTA OKTAVIANI
03051181823100

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

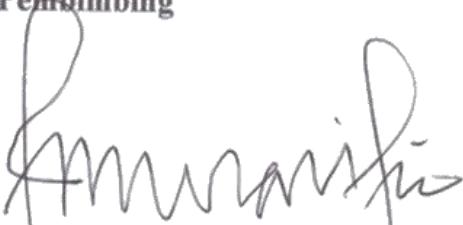
SEPTA OKTAVIANI

03051181823100

Indralaya, Januari 2022

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing**




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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : SEPTA OKTAVIANI

NIM : 03051181823100

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL SKRIPSI : STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI
PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

DIBUAT TANGGAL : AGUSTUS 2021

SELESAI TANGGAL: JANUARI 2022



Indralaya, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Januari 2022.

Palembang, Januari 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

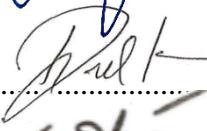
(.....)



Sekretaris :

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

(.....)



Anggota :

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

(.....)



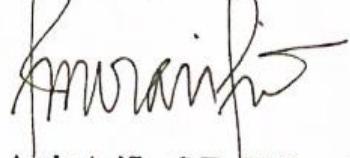
4. Gunawan, S.T., M.T. Ph.D.
NIP. 197705072001121001

(.....)



Indralaya, 07 Januari 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

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



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul "Studi pengaruh tekanan kompaksi pada pembuatan komposit HA/PVA", skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dimana Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa hormat dan juga terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Jangsuri dan Ibu Idawati selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil.
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 Pembimbing Skripsi dan Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Pembina Mahasiswa Jurusan teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T Selaku pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing kerja praktek.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
7. Ganang Trycahyono dan Ani Octapia kakak yang kerap memberikan saran dan membantu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak sekali kekurangan karena adanya keterbatasan ilmu yang dimiliki oleh penulis. oleh karena itu, saran dan juga kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini untuk kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga dengan skripsi ini dapat

membantu dan juga dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Indralaya, Januari 2022



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Septa Oktaviani". The signature is fluid and cursive, with a large, stylized 'S' at the beginning. It is positioned above a horizontal line.

Septa Oktaviani

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septa Oktaviani

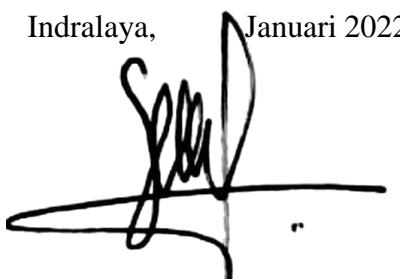
NIM : 03051181823100

Judul : Studi Pengaruh Tekanan Kompaksi pada Pembuatan
Komposit HA/PVA.

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, Januari 2022



Septa Oktaviani

NIM. 03051181823100

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septa Oktaviani

Nim : 03051181823100

Judul : Studi Pengaruh Tekanan Kompaksi pada Pembuatan Komposit HA/PVA

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing 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 aturan yang berlaku.

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



Inderalaya, Januari 2022

Septa Oktaviani
NIM. 03051181823100

RINGKASAN

STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Januari 2022

Septa Oktaviani ; Dibimbing oleh Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D.

STUDI PENGARUH TEKANAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PVA

XXIX+ 59 Halaman, 13 Tabel, 33 Gambar..

RINGKASAN

Tulang dapat mengalami kerusakan yang dapat disebabkan oleh penyakit, kecelakaan, mengalami kelainan dan bahkan karena faktor usia. Untuk memperbaiki kerusakan pada tulang tersebut digunakanlah sebuah alternatif yaitu dengan menggunakan teknologi implantasi tulang, dengan biomaterial sebagai material yang digunakan untuk implan tulang. Biokomposit HA/PVA merupakan biomaterial yang digunakan dan dikembangkan pada pembuatan material implan tulang. Hidroksiapatit memiliki beberapa kelebihan sebagai bahan pengganti tulang diantaranya dapat menyatu dengan jaringan hidup, tidak mengandung racun dan bersifat biokompatibel, begitu juga dengan PVA. Komposit HA/PVA dengan serbuk HA menggunakan bahan baku berupa tulang sapi yang telah dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 600°C dengan menggunakan *electric furnace* yang dilakukan selama 1 jam. Yang kemudian dilanjutkan dengan proses *grinding*, *ballmiling*, dan *sieving* untuk mendapatkan ukuran serbuk HA dengan ukuran 200 *mesh*. Proses pembuatan spesimen komposit HA/PVA dilanjutkan dengan pencampuran serbuk HA dengan PVA yang menggunakan *magnetic stirrer* yang dilakukan selama 1 jam, dengan variasi komposisi sebesar 70wt% HA/30wt% PVA,

80wt%HA/20wt%PVA, dan 90wt% HA/10wt%PVA. Kemudian proses kompaksi dilakukan dengan variasi tekanan 400,500, dan 600 MPa dengan temperatur 120°C Untuk setiap spesimen yang telah dibuat dilakukan beberapa pengujian, diantaranya berupa pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) menggunakan *Rigaku Mini Flex* Seri 600 untuk mengetahui phasa yang terbentuk pada komposit HA/PVA, pengujian densitas dan porositas yang menggunakan neraca massa dengan menggunakan teori Archimedes, yang dilakukan untuk mengetahui banyaknya porositas yang ada pada komposit HA/PVA, Pengujian Tekan yang bertujuan untuk sifat mekanik dari pada setiap spesimen yang ada, dan pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati struktur mikro yang terbentuk pada spesimen. Untuk hasil pengujian yang didapatkan pada penelitian yang telah dilakukan untuk pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) ada dua phasa yang terbentuk yaitu phasa Hidroksiapatit (HA) dan *Polyvinyl Alcohol* (PVA) dengan phasa hidroksiapatit yang mendominasi. Untuk pengujian densitas didapatkan rata-rata porositas untuk densitas tekanan didapatkan semakin tinggi tekanan maka porositasnya semakin menurun, untuk densitas komposisi didapatkan hasil semakin besar komposisi PVA yang ada pada spesimen maka semakin menurun porositasnya. Pada pengujian tekan di dapatkan hasil kekuatan tekan meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan yang diberikan. Dan pada pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) didapatkan pada permukaan spesimen terdapat retakan yang menjadi porositasnya dengan ukuran mikron dimana pada perbesaran 1000x retakan yang ada pada permukaan spesimen semakin terlihat jelas.

Kata Kunci :Tulang Sapi , Hidroksiaptit, *Polyvinyl Alcohol*, Uji XRD, Densitas, Tekan, dan pengamatan SEM

SUMMARY

STUDY OF THE EFFECT OF COMPACT PRESSURE ON THE
MANUFACTURE OF HA/PVA COMPOSITES

Scientific Papers in thesis, January , 2022

Septa Oktaviani: Supervised by Amir Arifin S.T., M.Eng., Ph.D.

STUDY OF THE EFFECT OF COMPACT PRESSURE ON THE
MANUFACTURE OF HA/PVA COMPOSITES

XXIX + 59 Pages, 13 Tables, 33 Figures.

SUMMARY

Bones can suffer damage that can be caused by illness, accidents, abnormalities and even due to age factors. To repair damage to the bone is used an alternative that uses bone implantation technology, with biomaterials as materials used for bone implants. HA/PVA biocomposites are biomaterials used and developed in the manufacture of bone implant materials. Hydroxyapatite has several advantages as a substitute material for bone, including can be fused with living tissue, does not contain toxins and is biocompatible, as well as PVA. HA / PVA composite with HA powder using raw materials in the form of cow bones that have been done calcination process at a temperature of 600 ° C by using an electric furnace that is done for 1 hour. Which is then continued with the process of grinding, ballmiling, and sieving to get the size of HA powder with a size of 200 mesh. The process of making HA/PVA composite specimens is continued by mixing HA powder with PVA using magnetic stirrer which is carried out for 1 hour, with a composition variation of 70wt% HA / 30wt% PVA, 80wt% HA / 20wt% PVA, and 90wt% HA / 10wt% PVA. Then the compaction process is carried out with a variation of pressure of 400,500, and 600 MPa with a temperature of 120 ° C For each specimen that has been made several tests, such as X-Ray Diffraction (XRD) testing using rigaku Mini Flex

Series 600 to find out the phasa formed in ha / PVA composites, density and porosity testing using mass balance using archimedes theory, This is done to determine the amount of porosity present in the HA/PVA composite, Press Testing which aims for the mechanical properties of any existing specimen, and observations of Scanning Electron Microscopy (SEM) to observe the microstructure formed in the specimen. For the results of tests obtained in studies that have been done for X-Ray Diffraction (XRD) testing there are two phasa formed, namely phasa Hydroxyapatite (HA) and Polyvinyl Alcohol (PVA) with phasa hydroxyapatite that dominates. For density testing, the average porosity for pressure density is obtained the higher the pressure then the porosity decreases, for the density of composition obtained the greater the composition of the PVA in the specimen then the decreased porosity. In press testing, the results of the compressed strength increase along with the increased pressure exerted. And in the observation of Scanning Electron Microscopy (SEM) obtained on the surface of the specimen there is a crack that becomes porosity with the size of microns where at an magnification of 1000x the cracks on the surface of the specimen are increasingly clearly visible..

Keywords : Bovine Bone, Hydroxyapatite, Polyvinyl, XRD test, Density, Compression test, and SEM observation

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR GAMBAR	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Biomaterial.....	5
2.2. Klasifikasi Biomaterial	6
2.2.1. Biomaterial Keramik	7
2.2.2. Biomaterial Logam	8
2.2.3. Biomaterial Polimer	9
2.2.4. Biomaterial Komposit	9
2.3. Tulang	10
2.3.1. Tulang Sapi.....	10
2.4. Hidroksiapatit	11
2.4.1. Sifat Fisik Hidroksiapatit.....	12
2.4.2. Sifat Mekanik Hidroksiapatit.....	12
2.4.3. Sifat Kimia Hidroksiapatit.....	13
2.5. Sintesis Hidroksiapatit	13
2.5.1. Metode Kering	14
2.5.2. Metode <i>Sol-gel</i>	14
2.5.3. Metode <i>Vibro Milling</i>	15

2.5.4.	Metode <i>De-fattiging</i>	15
2.5.5.	Metode <i>Alkaline Hydrothermal</i>	16
2.5.6.	Metode Kalsinasi	16
2.6.	<i>Polyvinyl Alcohol</i> (PVA)	17
2.7.	Proses Kompaksi.....	17
2.8.	Proses Sintering	18
2.8.1.	Sintering Konvensional.....	19
2.8.2.	Sintering Dingin	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2.	Persiapan Alat dan Bahan.....	24
3.2.1.	Persiapan Alat.....	24
3.2.2.	Persiapan Bahan	24
3.3.	Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1.	Persiapan Bahan Baku Pembuatan Hidroksipatit	25
3.3.2.	Pengolahan Tulang Sapi	26
3.3.3.	Pembuatan Serbuk Hidroksipatit (Kalsinasi)	27
3.3.4.	Proses Kompaksi	27
3.4.	Metode Pengujian.....	29
3.4.1.	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	29
3.4.2.	Pengujian Densitas.....	30
3.4.3.	Pengujian Tekan	32
3.4.4.	Pengamatan Scanning <i>Electron Microscopy</i> (SEM)	33
3.5.	Analisa dan Pengolahan Data	34
3.6.	Jadwal Kegiatan Pelaksanaan Penelitian.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Kalsinasi Hidroksipatit	37
4.2.	Alat Kompaksi <i>Cold Sintering</i>	38
4.2.1.	Proses <i>Cold Sintering</i>	39
4.3.	Hasil Pengujian	41
4.3.1.	Hasil Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	41
4.3.1.1	Hasil Pengujian XRD Tulang Sapi Kalsinasi 600°C	42

4.3.1.2	Komposit HA/PVA Tekanan 600 MPa Temperatur 120°C.....	43
4.3.2.	Hasil Pengujian Densitas	44
4.3.2.1	Hasil Pengujian Densitas Tekanan	47
4.3.2.2	Hasil Pengujian Densitas Komposisi.....	49
4.3.3.	Hasil Pengujian Tekan	52
4.3.4.	Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1.	Kesimpulan	59
5.2.	Saran	59
DAFTAR RUJUKAN	i
LAMPIRAN	i

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh biomaterial keramik dan aplikasinya.....	7
Tabel 2.2. Sifat mekanik hidroksiapatit.....	13
Tabel 3.1. Data Pengujian	35
Tabel 3.2. Uraian kegiatan pelaksanaan pengumpulan data dan penelitian	35
Tabel 4.1. Data hasil pengujian densitas dan porositas tekanan komposit 70wt% HA/30wt% PVA.....	47
Tabel 4.2. Data hasil pengujian densitas dan porositas tekanan komposit 90wt% HA/10wt% PVA.....	47
Tabel 4.3. Data hasil pengujian densitas dan porositas komposisi komposit 70wt% HA/ 30wt% PVA dengan tekanan 400 MPa	49
Tabel 4.4. Data hasil pengujian densitas dan porositas komposisi komposit 80wt% HA/20wt% PVA dengan tekanan 500 MPa	50
Tabel 4.5. Data hasil pengujian densitas dan porositas komposisi komposit 90wt% HA/10wt% PVA dengan tekanan 600 MPa	50
Tabel 4.6. Data hasil pengujian tekan komposit HA/ PVA pada tekanan 400 MPa temperatur 120°C	53
Tabel 4.7. Data hasil pengujian tekan komposit HA/ PVA pada tekanan 500 MPa temperatur 120°C	53
Tabel 4.8. Data hasil pengujian tekan komposit HA/10 PVA pada tekanan 600 MPa temperatur 120°C	54
Tabel 4.9. Data hasil pengujian tekan komposit HA/PVA pada tekanan 400 MPa, 500 MPa, dan 600 MPa temperatur 120°C di BATAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aplikasi biomaterial logam.	8
Gambar 2.2. Proses kompaksi.....	18
Gambar 2.3. Skema tahapan proses sintering dingin	20
Gambar 2.4. Peralatan pada proses sintering dingin	21
Gambar 3.1. Diagram Alir	23
Gambar 3.2. Tulang sapi.....	25
Gambar 3.3. Proses penjemuran tulang sapi.....	26
Gambar 3.4. Potongan tulang	27
Gambar 3.5. <i>Mixing</i> menggunakan <i>magnetic stirrer</i>	28
Gambar 3.6. Proses pencetakan spesimen	28
Gambar 3.7. Alat uji XRD Rigaku Miniflex 600.....	30
Gambar 3.8. Skema pengujian densitas.....	31
Gambar 3.9. Alat uji tekan BONGSHIN Hydraulic Universal Material Tester	33
Gambar 3.10. Alat uji SEM EVO tipe MA10	34
Gambar 4.1. Kalsinasi tulang sapi dengan <i>electric furnace</i>	37
Gambar 4.2. Serbuk hidroksipapatit setelah proses kalsinasi.....	38
Gambar 4.3. Alat kompaksi <i>cold sintering</i>	38
Gambar 4.4. Gambar spesimen komposit 70wt% HA/30wt% PVA tekanan MPa dan temperatur 120°C	40
Gambar 4.5. Gambar spesimen komposit 80wt% HA/ 20wt% PVA Tekanan 500 MPa dan Temperatur 120°C	40
Gambar 4.6. Gambar spesimen komposit 90wt% HA/ 10wt% PVA Tekanan 600 MPa dan Temperatur 120°C	41
Gambar 4.7. Spektrum hasil XRD tulang sapi dengan temperature 600°C	42
Gambar 4.8. Spektrum Hasil Pengujian XRD Komposit 90wt% HA/ 10wt% PVA Tekanan 600 MPa 120°C	43
Gambar 4.9. Berat kering komposit HA/PVA.....	45
Gambar 4.10. Berat basah komposit HA/PVA	45

Gambar 4.11. Grafik porositas tekanan komposit 70wt% HA/30wt% PVA....	48
Gambar 4.12. Grafik porositas tekanan komposit 90wt% HA/10wt% PVA....	48
Gambar 4.13. Grafik porositas komposisi komposit 70wt% HA/30wt% PVA	50
Gambar 4.14. Grafik porositas komposisi komposit 80wt% HA/20wt% PVA	51
Gambar 4.15. Grafik porositas komposisi komposit 90wt% HA/10wt% PVA	51
Gambar 4.16. Grafik pengujian tekan HA/PVA	55
Gambar 4.17. Grafik pengujian tekan HA/PVA di BATAN	55
Gambar 4.18. Hasil pengamatan SEM komposit 80wt% HA/ 20wt% PVA tekanan 500 MPa temperatur 120°C dengan perbesaran 500x..	57
Gambar 4.19. Hasil pengamatan SEM komposit 80wt% HA/ 20wt% PVA tekanan 500 MPa temperatur 120°C dengan perbesaran 1000x	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan densitas spesimen.....	i
Lampiran 2.Alat dan bahan pembuatan spesimen	iii
Lampiran 3.Proses pembuatan spesimen.....	iv
Lampiran 4 Pengukuran Dimensi	v
Lampiran 5 Pengujian Tekan	vi
Lampiran 6 Pengujian Densitas	vii

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tubuh Manusia tersusun atas organ yang memiliki fungsi masing-masing dan berkaitan satu dengan yang lain, apabila salah satu fungsi organ tubuh tersebut mengalami kerusakan atau kecacatan yang akan menimbulkan gangguan terhadap fungsi tubuh, maka dapat megakibatkan turunnya kualitas hidup dari suatu individu (Saputra et al., 2016). Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam bidang kesehatan yang berkembang sangat pesat (Arifin et al., 2021), banyak sekali upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan mengenai kerusakan fungsi organ tubuh, salah satunya adalah perbaikan kerusakan pada tulang.

Kerusakan pada tulang dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti cidera, dan mengalami kelainan ataupun karena faktor usia (Gunawan et al., 2019). Ada berbagai macam kerusakan pada tulang, hal ini dikarenakan tulang merupakan organ yang sangat rentan, salah satu kerusakan pada tulang adalah gangguan kepadatan tulang yaitu osteoporosis dan osteopenia yang menjadi permasalahan kesehatan bagi masyarakat diseluruh dunia, dan saat ini di Indonesia kasus osteoporosis mengalami peningkatan. Osteoporosis sendiri adalah suatu penyakit yang dicirikan oleh massa tulang yang rendah dan kemerosotan mikroarsitektur (bentuk mikro) jaringan tulang sehingga menyebabkan peningkatan kerapuhan dan adanya resiko patah tulang (Syafira et al., 2019)

Untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada tulang, digunakan suatu alternatif yaitu dengan menggunakan teknologi implantasi tulang. Fungsi dari pemasangan implan tulang adalah untuk mempertahankan letak tulang secara anatomi hingga proses terbentuknya tulang baru terjadi, biomaterial merupakan

material yang dapat digunakan sebagai bahan implantasi tulang. Biomaterial memiliki beberapa jenis, seperti allograft yang berasal dari tulang manusia lain, autograft yang berasal dari bagian tulang individu yang sama, dan xenograft yang berasal dari tulang hewan (Afifah and Cahyaningrum, 2020).

Biokomposit HA/PVA merupakan biomaterial yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan, hidroksipatit dengan rumus molekul $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan salah satu bahan kalsium karbonat sebagian besar dari komponen anorganik tulang dan gigi pada manusia. *Hydroxyapatite* (HA) memiliki beberapa kelebihan sebagai bahan pengganti tulang diantaranya, dapat menyatu dengan jaringan hidup, tidak mengandung racun dan bersifat biokompatibel, di dalam tulang hewan terdapat hidroksipatit sehingga dapat digunakan sebagai bahan implant (Triyono et al., 2020).

Tulang hewan yang digunakan pada penilitian ini adalah tulang sapi yang digunakan sebagai bahan baku hidroksipatit untuk dijadikan implan pada tulang manusia, karena kandungan hidroksipatit dan kolagen pada tulang sapi hampir mencakup keseluruhan jumlah komposisi anorganik dan organik pada tulang (Taufik et al., 2017). Dimana pada bagian organik sendiri mengandung kolagen dan protein, sedangkan untuk komponen anorganik terutama hidroksipatit (HA) tergabung dalam struktur seperti karbonat, magnesium dan juga natrium (Ooi et al., 2007).

Untuk proses pembuatan komposit HA/PVA dengan metode sintering dingin sendiri, material akan disinter dengan suhu yang rendah. Dimana tekanan yang digunakan juga relatif sedang. Pada proses sintering dingin menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode sintering yang lain, keunggulan tersebut diantaranya penggunaan energi yang lebih rendah dan proses yang lebih cepat (Vakifahmetoglu and Karacasulu, 2020), sintering dingin juga memiliki biaya yang relatif rendah. Maka dari itu pada penelitian ini metode sintering dingin digunakan untuk pembuatan komposit hidroksipatit/pva dengan tulang sapi sebagai bahan bakunya.

Berdasarkan uraian diatas penulis mengambil tugas akhir/skripsi: “Studi Pengaruh Tekanan Kompaksi Pada Pembuatan Komposit HA/PVA”.

1.2. Rumusan Masalah

Ada beberapa metode sintesis dari HA/PVA yang telah dikembangkan diantaranya oleh (Wu et al., 2019) menggunakan *freezing-thawing method*, (Liang et al., 2019) menggunakan *emulsification-foaming porogenic method*, (Zhang et al., 2010) menggunakan *physical crosslinking method*. Namun untuk metode sintering dingin belum banyak digunakan dalam studi literatur. Dimana Sintering dingin sendiri dilakukan pada temperatur rendah (sekitar 250°C) yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya dimana energi listrik yang digunakan lebih rendah.

Tekanan dan juga temperatur merupakan dua parameter yang penting dalam proses *cold sintering* (Grasso et al., 2020), pada penelitian ini akan mengevaluasi pengaruh kedua parameter tersebut terhadap karakteristik sifat fisik (densitas dan mikrostuktur), sifat kimia (phasa dan komposisi kimia) dan juga sifat mekanisnya (kekuatan tekan).

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Hidroksiapatit yang berbahan dasar dari tulang sapi yang digunakan.
2. Hidroksiapatit diekstrak dengan menggunakan proses kalsinasi.
3. Proses sintering yang dilakukan dengan metode sintering dingin.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat komposit hidroksiapatit/pva dengan metode sintering dingin
2. Untuk Mengkarakterisasi komposit HA/PVA dengan penggunaan metode sintering dingin dalam pembuatan biokomposit dengan variasi tekanan 400,500 dan 600 Mpa.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat komposit HA/PVA sebagai biomaterial
2. Mempelajari sifat kimia, sifat fisik dan sifat mekanik dari komposit HA/PVA.
3. Sebagai kajian referensi untuk pembuatan komposit HA/PVA dengan metode sintering dingin.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, F. and Cahyaningrum, E., 2020. Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Sapi (Bos. UNESA Journal of Chemistry, 9(3).
- Aisah, et al., 2018. Synthesis and Characterizations of Hydroxyapatite from Bovine Bone Using Alkaline Hydrolysis Method. INSIST, 3(1), pp.124 - 127. doi:10.23960/ins.v3i1.124.
- Al, A.K.N.e., 2011. Development of hydroxyapatite-ciprofloxacin bone-implants using »Quality by design«. Acta Pharm, 61, pp. 25–36. doi:10.2478/v10007-011-0002-x.
- Andrews, , Button, and Reaney, I.M., 2020. Improving energy consumption and unlocking new potential in component manufacturing. Johnson Matthey Technol. Rev, 64(2), pp. 219–232.
- Arifin, A. et al., 2021. Characterization Porous HA/Si05 Composite Prepared Using Natural space Holder. Human-Centered Technology for a Better Tomorrow.
- Arifin, , Gunawan, Priyadi, A. and Sanjaya1, F., 2020. Development and characterization of porous hydroxyapatite-Alumina composite for engineering application. Materials Science and Engineering. doi:10.1088/1757-899X/857/1/012005.
- Attar, H. et al., 2017. Comparative study of commercially pure titanium produced by laser engineered net shaping, selective laser melting and casting processes. Materials Science &Engineering. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.08.103>.
- Cahyaningrum, F.A.d.S.E., 2020. Sintesis Dan Karakterisasi Hidroksiapatit Dari Tulang Sapi (Bos. 9(3).
- Darwis, and Warastuti, Y., 2008. Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Hidroksiapatit (HA) Sebagai Graft Tulang Sintetik. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 4(2).
- Fakhri Saputra, A.F.A.A., 2016. Kinetika Reaksi Pada Sintesis Hidroksiapatit

- Dengan. Jom FTEKNIK, p. Volume 3 No.1.
- Gani, B.A., 2015. Immuno-Biokompatibilitas Pada Material Implan: Review Article. Cakradonya Dent J, 7(2), pp.807-68.
- Ghosh, S. et al., 2019. Development and physicochemical characterization of doxorubicin-encapsulated hydroxyapatite-polyvinyl alcohol nanocomposite for repair of osteosarcoma-affected bone tissues.
- Grasso, S. et al., 2020. A review of cold sintering processes. Advances in Applied Ceramics, 119(3), pp.115–43.
- Gunawan, Arifin, A., Yani, I. and Arian, D., 2019. The Fabrication Porous hydroxyapatite Scaffold Using Sweet Potato Starch as a Natural Space Holder. Journal of Physics. doi:10.1088/1742-6596/1198/4/042020.
- Guo, H., Guo, J., Baker, A. and Randall, C.A., 2016. Cold Sintering Process for ZrO₂-Based Ceramics: Significantly Enhanced Densification Evolution in Yttria-Doped ZrO₂. Rapid Communications of the American Ceramic Society. <https://doi.org/10.1111/jace.14593>.
- Hartatiek et al., 2021. Nanostructure, porosity and tensile strength of PVA/Hydroxyapatite composite nanofiber for bone tissue engineering. Materials Today: Proceedings, 3206(44), p.3203.
- Hasirci, V. and Hasirci, N., 2018. Fundamentals of Biomaterials. New York: Springer Nature.
- Hilmi, , Rinastiti, and Herliansyah, M.K., 2011. Synthesis of Hydroxyapatite from Local Bovine Bones for Biomedical Application. International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering. doi:10.1109/ICICI-BME.2011.6108637.
- Ikhsan, Gunawarman and Yetri, Y., 2018. Kekarakteristik Hidroksiapatit (HA) Dari Limbah Tulang Sapi dengan Metode Mekanik-Termal. Poli Rekayasa, 13(2).
- Irhamni, N.F. and Jalil, Z., 2016. Sintesis Hidroksiapatit yang Berasal dari Tulang Sapi Aceh Synthesis of Natural Hydroxyapatite from Aceh's Bovine Bone. Journal of Aceh Physics Society (JAcPS), 5(2), pp.19-21.
- Junaidi, A. and Seprianto, , 2011. Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Kekerasan Elektroda Tembaga-5%Karbon Yang Dibuat Dengan Metode

- Serbuk Metalurgi. JURNAL AUSTENIT, 3(2).
- Kermani, M. et al., 2020. Flash Cold Sintering: combining water and electricity. Journal of the European Ceramic Society. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.051>.
- Kostka, L., Kotrchová, L., Šubr, V. and Libánská, A., 2019. HPMA-based Star Polymer Biomaterials with Tuneable Structure and Biodegradability Tailored for Advanced Drug Delivery to Solid Tumours. Journal Pre-proof. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2019.119728>.
- Liang, W., Lou, Z. and Zhou, L., 2019. Preparation and characterization of the n-HA/PVA/CS porous composite hydrogel. Chinese Journal of Chemical Engineering.
- Listari, K.M., Ruhadi, I. and Ulfa, N., 2019. Ekspresi Rankl Pada Defek Tulang Dengan Pemberian Xenograft Dibandingkan Dengan Xenograft dan PRF. E-Prodenta Journal of Dentistry, 3(1), pp.216-24. doi:10.21776/ub.eprodenta.2019.003.01.5.
- Ooi, C.Y., Hamdi, and Ramesh, S., 2007. Properties of hydroxyapatite produced by annealing of bovine bone. Ceramics International, 33, pp.1171–77. <http://eprints.um.edu.my/id/eprint/6965>.
- Pu'ad, N.A.S. et al., 2019. Syntheses of hydroxyapatite from natural sources. Heliyon. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01588>.
- Pu'ad, N.A.S.M. et al., 2019. Synthesis method of hydroxyapatite: A review. Mater Today Proc, 29, pp.233–39.
- Qasim, M., Haq, F., Kang, M.-H. and Kim , J.-H., 2019. 3D printing approaches for cardiac tissue engineering and role of immune modulation in tissue regeneration. International Journal of Nanomedicine, 14, pp.1311–33. doi: 10.2147/IJN.S189587.
- Qu, H., Fu, H., Han, Z. and Sun, Y., 2019. Biomaterials for bone tissue engineering scaffolds: a review. RSC Advances, 9, pp.26252–62. doi: 10.1039/c9ra05214c.
- Rahmati, M. et al., 2020. Biological responses to physicochemical properties of biomaterial surface. The Royal Society of Chemistry. doi:10.1039/d0cs00103a.

- Regi, M.V., Esbrit , P. dan Salinas , A.J., 2020. Degradative Effects of the Biological Environment on Ceramic Biomaterials. *Biomaterials Science* (Fourth Edition), pp.955-71. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816137-1.00064-7>.
- Ruzuqi, R. and Waas, V.D., 2021. Analisis Kekuatan Tarik Dan Impak Material Komposit Polimer Dalam Aplikasi Fiberboat. *Archipelago Engineering*. doi:10.30598/ale.4.2021.121-126.
- Santos, V.d., Bandalise, R.N. and Savaris, M., 2017. *Engineering Of Biomaterials*. Porto Alegre: Springer International Publishing AG.
- Saputra, F., Fadli, A. and Amri, A., 2016. Kinetika Reaksi Pada Sintesis Hidroksiapatit Dengan Metode Presipitasi. *Jom FTEKNIK*, 3(1).
- Shanmugam, k. and Sahadevan, R., 2018. Bioceramics-An Introductory Overview. *Fundamental Biomaterials : Ceramics* .
- Shashidhara, Y.M. and Jayaram, S.R., 2010. Vegetable Oils as a Potential Cutting Fluid—An Evolution. *Tribology International*, 43, pp.1073-1081. doi:10.1016/j.triboint.2009.12.065.
- Sidiqa, A.N., Djustiana, , Sunendar, and Febrida, , 2012. Surface Modification of Multilayer Coatings Ti-Al-Cr and Hydroxyapatite on Calcium Phosphate Cement with Sol-Gel Method. *Journal of Dentistry Indonesia*, 19(2), pp.43-46.
- Sözen, T., Özışık, L. and Başaran, N.C., 2017. An overview and management of osteoporosis. *Eur J Rheumatol*, 4, pp.46-56.
- Sukanto, H., 2018. Pengaruh Beban Kompaksi Dan Suhu Sintering Terhadap Densitas Dan Sifat Mekanik Aluminium Water Atomized. *majalah ilmiah mekanika*, 17(2).
- Sutowo, C., Ikhsan, M. and Kartika, I., 2014. Karakteristik Material Biokompetibel Aplikasi Implan Medis Jenis Bone Plate. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.
- Syafira, , Suroyo, R.B. and Utami, T., 2019. Analisis Faktor Yang Memengaruhi Osteoporosis Pada Ibu Menopause Di Puskesmas Stabat Kabupaten Langkat. *Jurnal JUMANTIK*, v, p.1.
- Syamsuddin, 2017. Sintesis and Karakterisasi Biokeramik Tulang sebagai

- Bahan Implant dengan Metode Sintering. Journal INTEK, 4(2), pp.84-86. doi: <http://dx.doi.org/10.31963/intek.v4i2.147>.
- Taufik, A., Zuhana, A., Kusdaryono, S. and Rohadi, 2017. Karakterisasi Hydroxyapatite Alami yang Dibuat dari Tulang Sapi dan Cangkang Telur sebagai Bahan untuk Donor Tulang (Bone Graft). Kedokteran Unram, 6(1), pp.9-13.
- Trent, E.M. and Wright, P.K., 2000. Metal Cutting. Boston Oxford Auckland Johannesburg Melbourne New Delhi: Butterworth Heinemann.
- Triyono, J., Christiawan, B.T. and Masykur, A., 2020. Karakterisasi dan Laju Biodegradasi Biokomposit Serbuk Tulang Sapi/Shellac/Tepung. Majalah Ilmiah Mekanika, 19(1).
- Trycayhono, and Gunawan, 2021. Studi pengaruh tekanan kompaksi pada pembuatan hidroksiapatit melalui proses sintering dingin. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Ulery, B.D., Nair, L.S. and Laurencin, C.T., 2011. Biomedical Applications of Biodegradable Polymers. Journal Of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 49, pp.832–864. doi: 10.1002/polb.22259.
- Vakifahmetoglu, C. and Karacasulu, L., 2020. Cold sintering of ceramics and glasses: A review. Current Opinion in Solid State & Materials Science. <https://doi.org/10.1016/j.cossms.2020.100807>.
- Warastuti, Y., Budianto, E. and Darmawan, 2014. Sintesis Dan Karakterisasi Membran Komposit Tulang Sapi-Khitosan-Poli(Vinil Alkohol) Untuk Aplikasi Biomaterial. Jurnal Sains Materi Indonesia. doi: 10.17146/jsmi.2015.16.2.4215.
- Wathi, A.F.D., Wardhani, and Khunur, M.M., 2014. Pengaruh Perbandingan Massa Ca:P Terhadap Sintesis Hidroksiapatit Tulang Sapi Dengan Metode Kering. Kimia.Studentjournal, 1(2), pp.196-202.
- Wu, X. et al., 2019. A tough PVA/HA/COL composite hydrogel with simple process and excellent mechanical properties. Materials Today Communications.
- Yahya, M., Azis, and Zultiniar, 2016. Sintesis Hidroksiapatit dari Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Kulit Telur Ayam Melalui Proses Hidrotermal.

Jom FTEKNIK, 3(1).

Zhang, D., Duan, J., Wang, D. and Ge, S., 2010. Effect of Preparation Methods on Mechanical Properties of PVA/HA Composite Hydrogel. Journal of Bionic Engineering, (7), pp.235–43.