

SKRIPSI

STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA

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



BAMBANG FEBRYANTO

03051181823112

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA

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



**OLEH :
BAMBANG FEBRYANTO
03051181823112**

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

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA

SKRIPSI

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

Oleh:

BAMBANG FEBRYANTO

03051181823112



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

Indralaya, Mei 2022
Diperiksa dan Disetujui oleh:
Pembimbing



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : BAMBANG FEBRYANTO
NIM : 03051181823112
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI
PADA PEMBUATAN KOMPSIT HA/PLA.
DIBUAT TANGGAL : 8 MARET 2022
SELESAI TANGGAL : 30 MEI 2022



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

Indralaya, 30 Mei 2022
Diperiksa dan Disetujui oleh:
Pembimbing

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 Mei 2022.

Palembang, Mei 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

Sekretaris :

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

Anggota :

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

()
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

()


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

Indralaya, Mei 2022

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing

()

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

KATA PENGANTAR

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

Skripsi yang berjudul “Studi pengaruh temperatur kompaksi pada pembuatan komposit HA/PLA” disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

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

1. Ibu Ngadiyem, bapak Agustam dan Muhammad Habibullah selaku orang tua dan adik 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 pengarah Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Prof. Dr. Ir. Kaprawi Sahim, DEA. Selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Ganang Trycahyono dan Ani Octapia selaku kakak yang turut memberikan saran dan membantu kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Hadi Alrakaz, Septa Oktaviani, Hani Santoso, dan rekan AMCC Research Group selaku partner dalam penelitian ini.

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

Indralaya, Mei 2022



Bambang Febryanto

NIM. 03051181823112

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bambang Febryanto

NIM : 03051181823112

Judul : Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Komposit HA/PLA.

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 2022



Bambang Febryanto

NIM. 03051181823112

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: Bambang Febryanto

NIM : 03051181823112

Judul :Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Komposit HA/PLA.

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 siapapun.



Inderalaya, Mei 2022



Bambang Febryanto

NIM. 03051181823112

RINGKASAN

STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA.

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 30 Mei 2022

Bambang Febryanto : Dibimbing oleh Gunawan, S.T., M. T., Ph. D.

STUDI PENGARUH TEMPERATUR KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT HA/PLA.

LX+60 Halaman, 9 Tabel, 48 gambar.

RINGKASAN

Manusia terkadang tak luput dari berbagai faktor yang dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan nilai fungsi dari tulang sehingga akan menghambat bahkan menghentikan aktivitasnya. Untuk memperbaiki nilai fungsi tulang digunakan teknologi yaitu implan tulang yang berasal dari biomaterial. Komposit HA/PLA adalah biomaterial yang dikembangkan untuk digunakan pada implan tulang. $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})$ rumus kimia hidroksiapatit memiliki kelebihan diantaranya biokompatibel, bioaktif, dapat menyatu dengan tulang serta mempercepat regenerasi tulang. Sedangkan $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ rumus kimia dari *polylactid acid* memiliki sifat biodegradable, biokompatibel, dan tidak beracun. Biokomposit HA/PLA berasal dari serbuk tulang sapi didapat dari proses kalsinasi yang dilakukan selama 1 jam dengan temperatur 800°C menggunakan *electric furnace*. Dilanjutkan dengan proses *grinding*, *ballmilling* dan *sieving* untuk mendapatkan serbuk yang berukuran 0,074 mm. Pada penelitian ini pembuatan biokomposit HA/PLA dilakukan dengan mencampurkan serbuk hidroksiapatit dengan serbuk *polylactid acid* yang berukuran 0,074 mm menggunakan

magnetic stirrer selama 30 menit dengan berbagai komposisi yaitu 90wt%HA/10wt%PLA, 80wt%HA/20wt%PLA, dan 70wt%HA/30wt%PLA. Metode sintesis yang digunakan untuk membuat komposit HA/PLA adalah metode sintering dingin dengan variasi temperatur 100, 125, 150°C dan menggunakan tekanan 500 MPa dengan waktu penahanan selama 15 menit. Keuntungan menggunakan metode sintering dingin yaitu menghemat energi, harga yang lebih ekonomis, waktu pembuatan relatif lebih singkat karena menggunakan temperatur yang rendah. Untuk mengkarakterisasi sifat kimia, fisik dan mekaniknya dilakukan beberapa pengujian. Pada pengujian XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan guna mengetahui komposisi fasa yang terbentuk dari Biokomposit HA/PLA, dari pengujian XRD terdapat dua fasa yang terbentuk yaitu HA (Hidroksiapatit) dan PLA (*Poly lactid Acid*) dengan fasa HA yang mendominasi yang menunjukkan kesamaan difraksi pada studi literatur sebelumnya. Dari pengujian densitas komposit HA/PLA diketahui semakin meningkatnya komposisi PLA dan temperatur saat proses sintering dingin yang digunakan maka akan mengalami penurunan persentase porositas dengan nilai 44,746% sampai 15,515%. Pada pengujian tekan yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 39,168 MPa ditunjukkan pada varian HA70wt%/PLA30wt% dengan temperatur sintering dingin sebesar 150°C dan yang memiliki nilai kuat terkecil sebesar 18,432 MPa ditunjukkan pada varian HA90wt%/PLA10wt% dengan temperatur sintering dingin sebesar 100°C. Pada pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) ditunjukkan bahwa, terjadinya difusi antar partikel PLA yang mengikat HA, serbuk HA tersebar mengisi pori-pori dimana semakin banyak komposisi PLA dan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka akan semakin sedikit persentase porositasnya. Dan pengujian FTIR diketahui bahwa setelah adanya penambahan komposisi dan kenaikan temperatur kompaksi pada saat proses sintering dingin pada komposit HA/PLA maka akan semakin terlihat jelas gugus karboksilnya.

Kata Kunci : Hidroksiapatit, *Poly lactid Acid*, Tulang Sapi, Sintering Dingin, Kalsinasi, Densitas, Tekan, XRD, SEM, FTIR .

SUMMARY

STUDY OF THE EFFECT OF COMPACTION TEMPERATURE ON THE MANUFACTURE OF HA/PLA COMPOSITES.

Scientific paper in the form of Thesis, May 30, 2022

Bambang Febryanto : Supervised by Gunawan, S.T., M. T., Ph. D.

STUDY OF THE EFFECT OF COMPACTION TEMPERATURE ON THE MANUFACTURE OF HA/PLA COMPOSITES.

LX+60 Pages, 9 Tables, 48 images.

SUMMARY

Humans sometimes do not escape from various factors that can reduce or even eliminate functional value of bones so that it will inhibit or even stop their activities. To improve the value of bone function, technology is used, namely bone implants derived from biomaterials. HA/PLA composite is a biomaterial developed for use in bone implants. $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})$ hydroxyapatite chemical formula has advantages including biocompatible, bioactive, can blend with bone and accelerate bone regeneration. Meanwhile $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ chemical formula of polylactid acid has biodegradable, biocompatible, and non-toxic properties. HA/PLA biocomposite derived from cow bone powder obtained from calcination process carried out for 1 hour at a temperature of 800°C using an electric furnace. Followed by grinding, ball milling and sieving to get a powder measuring 0.074 mm. In this study, the manufacture of HA/PLA biocomposites was carried out by mixing hydroxyapatite powder with polylactid acid powder measuring 0.074 mm using a magnetic stirrer for 30 minutes with various compositions, namely 90wt%HA/10wt%PLA, 80wt%HA/20wt%PLA, and 70wt% HA/30wt%PLA. The synthesis method used to make HA/PLA composites is cold sintering

method with temperature variations of 100, 125, 150°C and using a pressure of 500 MPa with a holding time of 15 minutes. The advantages of using cold sintering method are energy saving, more economical prices, relatively shorter manufacturing time due to use of low temperatures. To characterize its chemical, physical and mechanical properties, several tests were carried out. In XRD (X-Ray Diffraction) test, it was carried out to determine composition of the phase formed from HA/PLA Biocomposite, from XRD test there were two phases formed, namely HA (Hydroxyapatite) and PLA (Polylactid Acid) with the HA phase dominating which showed diffraction similarities in previous literature studies. From density test of HA/PLA composite, it is known that increasing composition of PLA and temperature during cold sintering process used will decrease the percentage of porosity with a value of 44.746% to 15.515%. In compressive test which has highest compressive strength value of 39.168 MPa shown in HA70wt%/PLA30wt% variant with a cold sintering temperature of 150°C and which has smallest strength value of 18.432 MPa shown in HA90wt%/PLA10wt% variant with a cold sintering temperature of 100 . In SEM (Scanning Electron Microscopy) observations it was shown that, the occurrence of diffusion between PLA particles that binds HA, HA powder is scattered to fill the pores where more PLA composition and higher temperature used, the lower the percentage of porosity. And FTIR test is known that after addition of composition and increase in compaction temperature during the cold sintering process on HA/PLA composite, the carboxyl group will be more clearly visible.

Keywords: Hydroxyapatite, *Polylactid Acid*, Bovine Bone, Cold Sintering, Calcination, Density, Compression test, XRD, SEM, FTIR.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xxi
-----------------	-----

DAFTAR TABEL.....	xxv
-------------------	-----

DAFTAR GAMBAR.....	xxvii
--------------------	-------

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Hasil Penelitian	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biomaterial.....	5
2.2 Klasifikasi Material.....	5
2.2.1 Biomaterial Keramik.....	6
2.2.2 Biomaterial Polimer	6
2.2.3 Biomaterial Logam.....	6
2.2.4 Biomaterial Komposit	7
2.3 Tulang	7
2.3.1 Tulang Sapi	7

2.4 Hidroksiapatit	8
2.4.1 Sifat Fisik Hidroksiapatit.....	9
2.4.2 Sifat Kimia Hidroksiapatit.....	10
2.4.3 Sifat Mekanik Hidroksiapatit	10
2.5 Sintesis Hidroksiapatit.....	11
2.5.1 Metode Alkalin Hydrothermal	11
2.5.2 Metode Sol-gel	11
2.5.3 Metode Vibro Milling	12
2.5.4 Metode Kering.....	12
2.5.5 Metode Alkalin Hydrothermal	13
2.5.6 Metode Kalsinasi	14
2.6 Polylactic Acid	15
2.7 Proses Kompaksi	15
2.8 Proses Sintering.....	16
2.8.1 Sintering Konvensional	17
2.8.2 Sintering Dingin	18

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.2.1 Persiapan Alat.....	22
3.2.2 Persiapan Bahan	23

3.3	Prosedur Penelitian.....	23
3.3.1	Persiapan Bahan Baku Pembuatan Hidroksiapatit.....	23
3.3.2	Pengolahan Tulang Sapi.....	24
3.3.3	Pembuatan Serbuk Hidroksiapatit.....	25
3.3.4	Proses Sintering.....	26
3.4	Metode Pengujian.....	27
3.4.1	Pengujian XRD	28
3.4.2	Pengujian Densitas	29
3.4.3	Pengujian Tekan.....	31
3.4.4	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)	33
3.4.5	Pengujian Fourier Transform Infra-Red (FTIR)	34
3.5	Analisa dan Pengolahan Data.....	35
3.6	Hasil Yang Diharapkan Pada Penelitian	35

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Kalsinasi Hidroksiapatit	37
4.2	Alat Kompaksi Sintering Dingin.....	38
4.2.1	Proses Sintering Dingin.....	39
4.3	Hasil Pengujian	40
4.3.1	Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	40
4.3.2	Hasil Pengujian Densitas.....	42
4.3.2.1	Hasil Pengujian Densitas Pengaruh Temperatur.....	43

4.3.2.2 Hasil Densitas Pengaruh Komposisi.....	47
4.3.3 Hasil Pengujian Tekan.....	48
4.3.3.1 Hasil Pengujian Tekan Pengaruh Temperatur.....	49
4.3.3.2 Hasil Pengujian Tekan Pengaruh Komposisi.....	52
4.3.4 Hasil Pengamatan SEM.....	53
4.3.5 Hasil Pengujian Fourier Transform Infra-Red (FTIR) .	56

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	60

DAFTAR RUJUKAN.....i

LAMPIRANi

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Mekanik Hidroksiapatit	10
Tabel 2. Data Pengujian	35
Tabel 3. Data Densitas Pengaruh Temp. HA70wt%:PLA30wt%	44
Tabel 4. Data Densitas Pengaruh Temp. HA80wt%:PLA20wt%	44
Tabel 5. Data Densitas Pengaruh Temp. HA90wt%:PLA10wt%	45
Tabel 6. Data Hasil Densitas Pengaruh Komposisi HA/PLA	47
Tabel 7. Data Hasil Pengujian Tekan HA70wt% / PLA30wt%	49
Tabel 8. Data Hasil Pengujian Tekan HA70wt% / PLA30wt%	49
Tabel 9. Data Hasil Pengujian Tekan HA70wt% / PLA30wt%	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tulang Femur	8
Gambar 2. Serbuk Hidroksiapatit 0,074 mm	9
Gambar 3. Serbuk Polylactic Acid 0,074 mm.....	15
Gambar 4. Peralatan Pada Proses Sintering Dingin.....	19
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 6. Pengumpulan Tulang Sapi	23
Gambar 7. Proses Membersihkan Tulang Sapi.....	24
Gambar 8. Proses Perebusan Tulang Sapi.....	24
Gambar 9. Proses Penjemuran Tulang Sapi	25
Gambar 10. Pengurangan Dimensi Menjadi Ukuran ± 1 cm	25
Gambar 11. Proses Penimbangan HA/PLA	26
Gambar 12. Proses Stirring Hingga Homogen.....	26
Gambar 13. Memasukkan Serbuk Ke Molding.....	27
Gambar 14. Proses Sintering Dengan Variasi Temperatur	27
Gambar 15. Alat Uji XRD Rigaku Miniflex 600.....	28
Gambar 16. Skema Pengujian Densitas	30
Gambar 17. Alat Uji Tekan BONGSHIN Hidraulik UMT	32
Gambar 18. Alat Uji <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	33

Gambar 19. Alat Uji Fourier Transform Infra-Red Invenio.....	34
Gambar 20. Kalsinasi HA Menggunakan <i>electric furnace</i>	37
Gambar 21. Serbuk HA Setelah Dihancurkan Dan Diayak	38
Gambar 22. Alat Kompaksi Sintering Dingin.....	38
Gambar 23. Spesimen biokomposit HA70wt% / PLA30wt% P: 500 MPa T: 100°C.....	39
Gambar 24. Spesimen biokomposit HA80wt% / PLA20wt% P: 500 MPa T: 125°C.....	39
Gambar 25. Spesimen biokomposit HA90wt% / PLA10wt% P: 500 MPa T: 150°C.....	40
Gambar 26. Hasil Uji XRD HA70wt%/PLA30wt% T: 100°C.....	41
Gambar 27. Hasil Uji XRD HA80wt%/PLA20wt% T: 125°C.....	41
Gambar 28. Hasil Uji XRD HA90wt%/PLA10wt% T: 150°C.....	41
Gambar 29. Penimbangan Komposit HA/PLA	42
Gambar 30. Grafik Porositas 70wt% HA/30wt%PLA	45
Gambar 31. Grafik Porositas 80wt% HA/20wt%PLA	45
Gambar 32. Grafik Porositas 90wt% HA/10wt%PLA	46
Gambar 33. Grafik Porositas Pengaruh Komposisi.....	48
Gambar 34. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan HA70wt%/PLA30wt%	50
Gambar 35. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan HA80wt%/PLA20wt%	51

Gambar 36. Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan HA90wt%/PLA10wt%.....	51
Gambar 37. Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Kuat Tekan	52
Gambar 38. Hasil Pengamatan SEM 90wt% HA/10wt% PLA T: 150°C perbesaran 500x	53
Gambar 39. Hasil pengamatan SEM 90wt% HA/10wt% PLA T: 150°C perbesaran 1000x	53
Gambar 40. Hasil pengamatan SEM 90wt% HA/10wt% PLA T: 150°C perbesaran 2000x	54
Gambar 41. Hasil pengamatan SEM 90wt% HA/10wt% PLA T: 150°C perbesaran 5000x	54
Gambar 42. Hasil Pengamatan SEM 70wt% HA/30wt% PLA T: 150°C perbesaran 500x	54
Gambar 43. Hasil pengamatan SEM 70wt% HA/30wt% PLA T: 150°C perbesaran 1000x	55
Gambar 44. Hasil pengamatan SEM 70wt% HA/30wt% PLA T: 150°C perbesaran 2000x	55
Gambar 45. Hasil pengamatan SEM 70wt% HA/30wt% PLA T: 150°C perbesaran 5000x	55
Gambar 46. Grafik Uji FTIR HA70wt% / PLA30wt% T: 100 °C ...	57
Gambar 47. Grafik Uji FTIR HA80wt% / PLA20wt% T: 125 °C ...	57
Gambar 48. Grafik Uji FTIR HA90wt% / PLA10wt% T: 150 °C ...	57

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memiliki tulang dengan nilai fungsi yang baik tentu sangat penting karena tulang adalah salah satu anggota tubuh yang memiliki peran besar bagi manusia untuk menjalani kelangsungan hidupnya. Manusia terkadang luput dari faktor yang dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan nilai fungsi dari tulang karena terjadinya kerusakan yang menghambat dan menghentikan aktivitasnya. Untuk meningkatkan fungsi tulang tersebut digunakan bahan yang disebut implan tulang. Perbaikan fungsi tulang telah dilakukan dibidang medis dengan menggunakan berbagai biomaterial yang berasal dari tulang manusia, seperti autograft didapat dari bagian tulang lain pada individu yang sama. Allograft yang berasal dari orang yang berbeda namun berpotensi terjadinya penolakan apabila tulang yang diimplan tidak sehat, dan xenograft berasal dari hewan yang memiliki komposisi mineral berbeda dengan tulang yang digunakan.

Hidroksiapatit merupakan biomaterial yang dapat digunakan untuk meningkatkan, memperbaiki nilai fungsi tulang. Biomaterial keramik ini dipilih karena memiliki banyak kesamaan dengan jaringan tulang yang mempunyai nilai kalsium tinggi dan juga unsur kimia yang mirip dengan fase manusia yang menunjukkan daya tarik yang sangat kuat pada jaringan keras.

Meningkatnya kebutuhan cangkok tulang menyebabkan peneliti mengembangkan biomaterial sebagai bahan alternatif material pilihan dalam memperbaiki jaringan tulang yang rusak atau memiliki nilai fungsi yang sudah buruk. Untuk memperbaiki tulang yang telah mengalami deteriorasi diperlukan suatu material kandidat pengganti tulang. $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan rumus

kimia dari hidroksiapatit. Ini adalah biomaterial sintetis yang merupakan dua pedoman penulisan di jurnal rekayasa mesin komponen struktural tulang dan gigi manusia. Karena biokompatibilitas dan bioaktivitasnya yang sangat unggul, hidroksiapatit telah digunakan dalam berbagai aplikasi, baik kecil maupun besar. HA saling mengikat dengan tulang dan mendukung osseointegrasi dari implan tulang, yang diperlukan untuk mengurangi kerusakan pada jaringan di sekitarnya (Wahyudi M, Gunawan, 2019).

Polylactic Acid (PLA) dengan rumus kimia $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ memiliki sifat biodegradable, biokompatibel, tidak beracun serta ramah lingkungan. PLA, dikenal juga sebagai polilaktat dan kompositnya banyak digunakan dibidang kedokteran, ortopedi, dll. PLA merupakan polimer yang bernama asam polilaktat, karena PLA merupakan produk alami dari fermentasi gula tebu dan jagung oleh mikroorganisme. PLA termoplastik yang memiliki sifat biodegradable, mekanik dan biokompatibel yang sangat baik. Asam polilaktat ini memiliki titik leleh yang rendah dalam kisaran 180°C sampai 220°C . PLA dan kompositnya terdegradasi dengan mudah dalam fisiologis yang menghasilkan pembentukan senyawa nontoksik dan aman terhadap tubuh (Pawar et al., 2014). Berdasarkan temuan tersebut, penulis mengambil skripsi / tugas akhir dengan judul : “Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Komposit HA/PLA”.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa metode sintesis HA/PLA telah dikembangkan diantaranya oleh Liu et. al (2018) menggunakan *solution intercalation method*, Yudyanto et. al (2019) menggunakan *sonication method*, Fitri (2019) menggunakan metode *simple mixing* dan *freeze drying*, Baojin et. al. (2018) menggunakan *pervaporation method* dan Iqrimavati (2020) menggunakan *Fused Deposition Modelling*. Namun, sintesis komposit HA/PLA menggunakan metode sintering dingin sangat jarang ditemukan pada studi literatur.

Keuntungan metode sintering dingin diantaranya biaya yang lebih ekonomis, energi listrik yang digunakan lebih rendah, serta waktu pembuatan spesimen lebih cepat karena menggunakan temperatur yang rendah dari proses sintering lainnya.

Proses pembuatan HA/PLA dengan metode sintering dingin terutama variasi temperatur kompaksi belum diketahui karakteristik sifat fisik (mikrostruktur serta densitas), sifat kimia (komposisi kimia dan fasa) dan mekanik (kuat tekan).

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun Ruang lingkup pada penelitian ini antara lain :

1. Hidroksiapatit dari tulang sapi dan Polylactid acid sebagai material bahan uji dengan perbandingan HA:PLA 90:10, 80:20 dan 70:30.
2. Menggunakan variasi temperatur kompaksi 100°C, 125°C, dan 150°C dengan metode sintering dingin.
3. Tekanan kompaksi pada 500 MPa, dengan holding time 15 menit.
4. Menggunakan metode sintering dingin dalam pembuatan komposit.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Untuk membuat komposit HA/PLA dengan menggunakan metode sintering dingin.
2. Untuk menganalisis pengaruh temperatur kompaksi pada pembuatan komposit HA/PLA.
3. Mengkarakterisasi sifat fisik (mikrostruktur serta densitas), sifat kimia (komposisi kimia dan fasa) dan mekanik (kuat tekan).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan penulis pada penelitian ini diantaranya :

1. Membuat komposit HA/PLA sebagai biomaterial
2. Mempelajari sifat kimia, sifat fisik dan sifat mekanik dari komposit HA/PLA.
3. Kandidat biomaterial *implan* tulang dimasa mendatang.
4. Sebagai kajian referensi untuk pembuatan komposit HA/PLA menggunakan metode sintering dingin.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah Fifi, Cahyaningrum Edi. (2020). "Sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit dari tulang sapi" (bos abstract . Cow bone has a high hydroxyapatite composition , so it can be determined as a preliminary material in the synthesis of hydroxyapatite . Cow bone has an inorganic composition consi. 9(3), 189–196.
- Alrakaz, H. (2022). "Studi Pengaruh Jenis Fluida Terhadap Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin". Universitas Sriwijaya.
- Amin, M.W. (2020). "Studi Pembuatan Komposit Ha/Sio₂ Berpori Menggunakan Space Holder Ubi Jalar Ungu". Universitas Sriwijaya.
- Arifin, A. (2021). "Porous Titanium Alloy/Hydroxyapatite Composite Using Powder Compaction Route". *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 11(2), 2679–2692. <https://doi.org/https://doi.org/10.15282/jmes.11.2.2017.10.0244>.
- Arifin, A. et al. (2020). "Development and characterization of porous hydroxyapatite-Alumina composite for engineering application". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 857(1). doi: 10.1088/1757-899X/857/1/012005.
- Arifin, A., et al. (2017). "Porous Titanium Alloy/Hydroxyapatite Composite Using Powder Compaction Route". *Journal of Mechanical Engineering and Science*. 11(2), 2679–2692.-,
- Burmawi, et al. (2018). "Analisa kekuatan tekan biokomposit hidroksiapatit tulang sapi-borosilikat dengan variasi komposisi dan tekanan cetakan". Seminar nasional mesin dan industri (snmi xii), april, 26–28.
- Grasso, s., et al. (2020). "A review of cold sintering processes. *Advances in*

- applied ceramics". 119(3), 115–143.
<https://doi.org/10.1080/17436753.2019.1706825>.
- Gunawan, et al. (2019). "The fabrication porous hydroxyapatite scaffold using sweet potato strach as a natural space holder" . Journal of physics: conference series, 1198(4). Doi: 101088/1742-6596/1198/4/042020.
- Gunawan, et al. (2019). "Characterization of porous hydroxyapatite-alumina composite scaffold produced via powder compaction method". Iop conference series: materials science and engineering, 620(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/620/1/012107>.
- Gunawan, et al. (2013). "Development of Triphasic Calcium Phosphate–Carbon Nanotubes(HA/TCP-CNT) Composite". A Preliminary Study. Key Engineering Materials, 531–532, 258–261.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.531-532.258>.
- Guo, H. et al. (2017). "Cold Sintering Process for ZrO₂-based ceramics: significantly enhanced desification evolution in yttria-doped ZrO₂". Journal of the American Ceramic Society, 100(2), pp. 491-495. doi: 10.1111/jace.14593.
- Hartatiek et al. (2020). "Nanostructure, porosity and tensile strength of pva/hydroxyapatite composite nanofiber for bone tissue engineering". Materials today: proceedings, 44, pp. 3203–3206. Doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.438.
- Hutajulu, A. F. (2017). "Sintesis Dan Karakterisasi Material Biokomposit Polylactic Acid (Pla) Berpenguat Serbuk Tulang Sapi Sebagai Kandidat Bahan Tulang Buatan". Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ikhsan, et al. (2018). "Karekteristik hidroksiapatit (ha) dari limbah tulang sapi dengan metode mekanik-termal". Jurnal ilmiah poli rekayasa, 13(2), 43.
<https://doi.org/10.30630/jipr.13.2.89>.
- Indrajaya, m. A. (2018). "Studi pengaruh fraksi berat penguat pada komposit hidroksiapatit-al₂ o₃ berpori terhadap sifat mekanik dan fisik". Universitas Sriwijaya.

- Kermani, M. et al. (2020). "Flash cold sintering: Combining water and electricity". *Journal of the European Ceramic Society*, 40(15), 6266–6271. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.051>.
- Liu, et al. (2019). "Preparation And Characterization Of A Lamellar Hydroxiapatite/Polylactic Acid Composite". doi:10.1080/14658011.2018.1548191.
- Lu, Yao. et al. (2016). "Preparation and Characterisation of Polylactic Acid (PLA)/Polycaprolactone (PCL) Composite Microfibre Membranes". *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 24. 17-25.
- Naconha, A. E. (2021). "Analisis struktur kovarians indikator terkait kesehatan pada lansia di rumah dengan fokus pada kesehatan subjektif". *Title*. 4(1), 6.
- Nagarkar, R., et al. (2019) . "Polyvinyl Alcohol : A Comprehensive Study. *Acta Sci. Pharm. Sci*". 3, 34–44.
- Octapia, A. (2021). "Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin". Universitas Sriwijaya.
- Oktaviani, S. (2022). "Studi pengaruh tekanan kompaksi pada pembuatan komposit ha/pva". Universitas Sriwijaya.
- Pawar, R. P. et al (2014). "Send Orders For Reprints To Reprints@Benthamscience.Net Biomedical Applications Of Poly(Lactic Acid)" . *Recent Patents on Regenerative Medicine*, 4, 40–51. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ben/rpvm/2014/00000004/0000001/art00004?crawler=true>.
- Rahul, M. et al. (2010). "Poly(Lactic Acid) Modifications". *Progress in Polymer Science*. 35. 338 – 356.
- Rachmania, A. (2012). "Preparasi Hidroksiapatit Dari Tulang Sapi Dengan Metode Kombinasi Ultrasonik Dan Spray Drying". Program Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Sopyan, I. et al. (2015). "Sol-Gel Derived Zinc doped Calcium Phosphate

- Bioceramics Prepared via Different Sintering Strategies". 1115, 341–344.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1115.341>.
- Sopyan, I., Gunawan. (2013). "Development Of Porous Calcium Phosphate Bioceramics For Bone Implant Applications". A Review. Recent Patents on Materials Science, 6(3), 238–252.
<https://doi.org/10.2174/18744648113069990012>.
- Trycahyono, G. (2021) "Studi Pengaruh Tekanan Kompaksi Pada Pembuatan Keramik Hidroksiapatit Melalui Proses Sintering Dingin". Universitas Sriwijaya.
- Wahyudi, M. A., Gunawan. (2018). "Studi Pembuatan Komposit Ha/Sio₂ Berpori Menggunakan Space Holder Ubi Jalar Ungu". Universitas Sriwijaya. x(x), 1–8.
- Warastuti, Y. et al. (2018) . "Pembuatan Dan Karakterisasi Hidrogel Biokomposit Polivinil Alkohol-Nano Hidroksiapatit Menggunakan Iradiasi Gamma Sebagai Bahan Biomaterial". Jurnal Keramik Dan Gelas Indonesia, 27, 51–65.
- Warastuti, Y. et al. (2014). "Sintesis Dan Karakterisasi Membran Komposit Hidroksiapatit Tulang Sapi-Khitosan-Poli (Vinil)". Jurnal Sains Materi Indonesia Bahan dan Alat. 3000.
- Wijayanto, I. G., (2022). "Studi Pengaruh Temperatur Kompaksi Pada Pembuatan Komposit HA/PVA". Universitas Sriwijaya.
- Vakifahmetoglu, C., & Karacasulu, L. (2020). "Current Opinion in Solid State & Materials Science Cold sintering of ceramics and glasses" : A review. December 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cossms.2020.100807>.
- Yudyanto, et al. (2019). "Study of Nano-Hydroxyapatite:Poly Lactide Acid (n-HA:PLA) Composites and Their Biocompatibility, Bioactivity, and Biodegradability Characteristics". IOP Conference Series : Materials Science and Engineering.S