

**KARAKTERISASI *BIPHASIC CALCIUM PHOSPHATE* BERPORI
DENGAN RASIO 60 % HA dan 40 % β -TCP SEBELUM DAN
SESUDAH DIIMPLANKAN KE DALAM TULANG DOMBA**

MAIMUNA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015**





@Hik cipta mitr IPB University

IPB University



IPB University
— *bagi Indonesia* —

Hal Cipta (branding) Unmang-undang

1. Diambil sebagai bagian dari seluruh karya yang telah diciptakan, namun dan diperbolehkan untuk :
 - a. Penggunaan pribadi untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan kritik atau tujuan sosial lainnya
 - b. Penggunaan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dianggap mengizinkan dan menyetujui seluruh atau seluruh karya tulis yang dibuat dengan metode apapun tanpa izin IPB University

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Karakterisasi *Biphasic Calcium Phosphate* Berpori dengan Rasio 60 % HA dan 40 % β -TCP Sebelum dan Sesudah Diimplankan ke dalam Tulang Domba adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2015

Maimuna
NIM G74110051



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

MAIMUNA. Karakterisasi *Biphasic Calcium Phosphate* Berpori dengan Rasio 60 % HA dan 40 % β -TCP Sebelum dan Sesudah Diimplankan ke dalam Tulang Domba. Dibimbing oleh KIAGUS DAHLAN.

Biomaterial yang umumnya digunakan dalam implan tulang adalah Hidroksiapatit (HA) dan β -Trikalsium Fosfat (β -TCP). Penggabungan HA dan β -TCP menghasilkan *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP) yang memiliki sifat stabil dan *bioresorbable*. Penelitian ini menggunakan *Biphasic Calcium Phosphate* berpori karena efektif untuk menyembuhkan tulang yang rusak atau patah dan akan memicu terbentuknya sel-sel tulang baru. Penambahan Na-Alginat pada BCP akan menghasilkan BCP berpori. BCP tersebut dibuat dalam bentuk pellet dan selanjutnya diimplankan pada tulang tibia tiga ekor domba. Satu ekor domba digunakan sebagai kontrol tanpa implan. Hari ke-90 pascaoperasi, seluruh domba disembelih untuk diambil tulang tibianya yang akan diuji melalui analisis *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX) dan uji kekerasan tulang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BCP larut dan tumbuh menjadi tulang baru pada domba. Sifat bioaktif dan biokompatibel terlihat dari adanya interaksi antara BCP dan tulang domba ditunjukkan oleh adanya gugus fungsi baru. Sifat *bioresorbable* terlihat dari keberhasilan tumbuhnya tulang domba sebesar 33.33 % dan BCP berpori terdegradasi secara sempurna.

Kata kunci: BCP, β -TCP, HA

Halaman ini adalah dokumen resmi dari Institut Pertanian Bogor (IPB) dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian administrasi IPB di alamat email: ipb@ipb.ac.id.
1. Dilindungi undang-undang sebagai dokumen resmi.
2. Diperoleh menggunakan cara yang sah dan bertanggung jawab.
3. Tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
4. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.
5. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
6. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
7. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
8. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
9. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.
10. Tidak boleh digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB.

ABSTRACT

MAIMUNA. Characterization of Porous *Biphasic Calcium Phosphate* with ratio of 60 % HA and 40 % β -TCP Before and After implanted into sheeps bone. Supervised by KIAGUS DAHLAN.

Biomaterials generally used in bone implant is hydroxyapatite and β -tricalcium phosphate (β -TCP). The incorporation of HA and β -TCP produces Biphasic Calcium Phosphate (BCP) which has stable and bioresorbable composite properties. This research uses porous Biphasic Calcium Phosphate due to its effectiveness in repairing bone damage and in triggerling the formation of new bone cells. The addition of Na-Alginate on BCP will produce porous BCP. BCP has been made in the form of pellets and implanted in the tibia of three different sheeps. One sheep is used as a control (without implants). At 90th days after implantation, all sheeps were slaughtered and their tibia bone were taken to be analysed by using of X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infra Red (FTIR), Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX) and bone hardness test. The result showed that BCP dissolved and grown into new bones. Bioactive and biocompatible properties of BCP was indicated by the interaction between BCP and sheeps bones that can be seen in the presence of new functional groups. Bioresorbable properties of BCP can be seen from the 33.33% successful growth of sheeps bone and perfectly degraded porous BCP.

Keywords: BCP, β -TCP, HA

**KARAKTERISASI *BIPHASIC CALCIUM PHOSPHATE* BERPORI
DENGAN RASIO 60 % HA dan 40 % β -TCP SEBELUM DAN
SESUDAH DIIMPLANKAN KE DALAM TULANG DOMBA**

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2015**



@Hik cipta mitr IPB University

Hik Cipta (Indonesia) Limited/urindang

1. Di bawah tanggung jawab sebagian atau seluruh karya yang terdapat dalam dokumen ini dan menyediakan nomor :
 - a. Pengaturan format untuk keperluan penulisan, revisi/ubah, perbaikan karya ilmiah, penastaksiran laporan, penulisan karya atau tujuan suatu masalah
 - b. Pengetahuan tidak bertanggung jawab yang wajar IPB University.
2. Di bawah tanggung jawab dan menandatangani selangun atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun terdapat oleh IPB University.

Judul Skripsi: Karakterisasi *Biphasic Calcium Phosphate* berpori dengan rasio 60 % HA dan 40 % β -TCP sebelum dan sesudah diimplankan ke dalam tulang domba

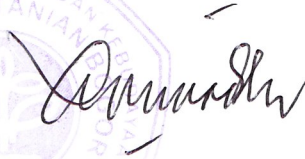
Nama : Maimuna
NIM : G74110051

Disetujui oleh



Dr Kiagus Dahlan
Pembimbing

Diketahui oleh



Dr Akhirudin Maddu
Ketua Departemen



Tanggal Lulus: 07 JUL 2015



@Hik cipta mitr IPB University

IPB University



IPB University
— *berpola hamparan* —

Hal Cipta (branding) Unmang-undang

1. Diambil sebagai bagian dari seluruh karya yang telah diciptakan, namun dan diperbolehkan untuk :
 - a. Pengaturan ulang untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan karya atau tujuan sosial lainnya
 - b. Penggunaan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dianggap mengizinkan dan menyetujui seluruh atau seluruh karya tulis yang dibuat dengan metode apapun tanpa izin IPB University

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Juli 2014-Januari 2015 yang berjudul “Karakterisasi *Biphasic Calcium Phosphate* Berpori dengan Rasio 60 % HA dan 40 % β -TCP Sebelum dan Sesudah Diimplankan ke dalam Tulang Domba”.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Tersusunnya tugas akhir ini tidak luput dari bantuan banyak pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu, Ayah, Aak, Cek, dan keluarga besar saya atas segala dukungan baik secara materi, moril, kasih sayang dan doanya.
2. Bapak Dr. Kiagus Dahlan selaku dosen pembimbing dan Bapak Abdul Djamil Husin, M.Si dan Bapak Heriyanto Syahfutra, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Sulistyو dan Bapak Sumaryo BATAN PUSPITEK Serpong yang telah membantu karakterisasi sampel.
4. Seluruh Dosen pengajar, Ibu Setia Utami Dewi, M.Si, Bapak Muhammad Farid, S.Si M.Si, Pak Bambang dan seluruh staf Departemen Fisika FMIPA Institut Pertanian Bogor.
5. Tim penelitian biomaterial (Reta, Iim, Cici, Dena, Yuja, Kadek, Arbay, Tisa, mba Aisyah, mba Fitri, mba Jay, mb Nani, ibu Eli, mb Liza) serta teman-teman fisika 46,47,48,49 yang tidak disebutkan.
6. Teman-teman Asrama Putri Darmaga (kak Nuramalia, dek Haya)
7. Ditjen Dikti Kementrian Program beasiswa Bidikmisi 2011.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu terima kasih atas dukungannya.

Semoga skripsi ini ini bermanfaat bagi semuanya.

Bogor, Juli 2015

Penulis



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Perumusan Masalah	2
Hipotesis	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
METODE PENELITIAN	3
Waktu dan Tempat Penelitian	3
Bahan	3
Alat	3
Prosedur Penelitian	3
HASIL DAN PEMBAHASAN	4
SIMPULAN DAN SARAN	13
Simpulan	13
Saran	13
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	16
RIWAYAT HIDUP	20

Hal-Cara Penelitian Unsur-unsurnya
 1. Diambil sebagai salah satu sumber daya yang terapan dalam penelitian dan pengembangan komputer
 2. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 3. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 4. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 5. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 6. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 7. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 8. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 9. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan
 10. Penelitian ini adalah salah satu jenis penelitian yang dilakukan, penelitian, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan, penelitian yang menghasilkan

DAFTAR TABEL

Data Serapan Bilangan Gelombang FTIR BCP berpori	6
Derajat Kristalinitas (%)	8
Komposisi unsur BCP berpori sebelum diimplan	10
Komposisi unsur dari BCP berpori setelah diimplan	11
Nilai kekerasan tulang tibia domba	12

DAFTAR GAMBAR

Makroskopis BCP setelah diimplan selama 90 hari	5
Pola FTIR sebelum dan sesudah diimplan dengan BCP pada tulang domba	6
Pola FTIR tulang tibia domba kontrol dan tulang domba normal	7
Pola XRD tulang tibia domba	8
Pola XRD tulang tibia domba setelah diimplan dengan BCP	9
SEM BCP setelah diimplan	10
Letak titik terjauh dan terdekat implan	11

DAFTAR LAMPIRAN

Diagram alir penelitian	16
Dokumentasi penelitian	17
Perhitungan derajat kristalinitas	18
Nilai kekerasan tulang tibia domba	19

Halaman ini adalah hak cipta milik IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi IPB University.



@Hik cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— *bagi Indonesia* —

Hal Cipta (Hindung) Unmang-urung

1. Dianggap sebagai bagian dari kekayaan karya seni yang diciptakan dan dipublikasikan.

4. Pengaturan hukum untuk melindungi, memelihara, pemeliharaan karya ilmiah, pemeliharaan laporan, pemeliharaan karya atau tujuan suatu masalah.

5. Pengaturan tidak mengizinkan kependidikan yang wajar IPB University.

2. Dianggap mengizinkan dan memelihara karya atau karya seni yang dibuat oleh dosen, tenaga kependidikan atau tenaga IPB University.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tulang merupakan jaringan hidup yang dinamis terbentuk dari sel aktif¹. Tulang terus menerus mengalami perbaikan dan pembentukan yang dikenal dengan proses remodelling tulang. Sejak masih janin sampai usia 30-35 tahun tulang mengalami proses pembentukan dan perbaikan tulang. Tetapi umumnya diatas usia tersebut yang terjadi hanya proses kerusakan tulang². Komposisi utama jaringan tulang bergantung pada spesies, usia, jenis kelamin, jenis tulang dan posisi tulang³. Secara umum tulang terdiri atas bahan organik 30 %, 15 % air dan 55 % material anorganik (mineral tulang)⁴. Bahan anorganik mengandung komponen utama yaitu kalsium fosfat dan kalsium karbonat, dengan sedikit magnesium, natrium, klorida, kalium, fluoride dan sodium⁵, fosfor, timah dan tembaga¹. Tulang tibia atau tulang betis merupakan tulang panjang yang terbentuk dari tulang padat pada bagian luar dan sumsum pada bagian dalam².

Setiap tahunnya, jutaan orang menderita berbagai penyakit seperti kanker tulang, trauma, penyakit periodontis, patah tulang dan lain-lain^{5,6}. Biomaterial adalah suatu bahan inert yang diimplan ke dalam sistem hidup sebagai pengganti fungsi dari jaringan hidup⁷. Penggunaan biomaterial salah satunya untuk membuat tulang tiruan atau implantasi tulang. Biomaterial yang baik haruslah bersifat bioaktif, *biocompatible*, mudah didapat, osteokonduktif, stabil secara mekanis, *biodegradable*, *bioresobable*, dan tidak mengandung racun¹.

Penelitian kali ini menggunakan biomaterial berupa *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP) yang merupakan campuran dari hidroksiapatit (HA) dan β -*Tricalcium Phosphate* (β -TCP) dalam rasio yang tetap. BCP yang memiliki rasio 60 % HA dan 40 % β -TCP dapat mendukung pertumbuhan implan tulang dengan jaringan induk sehingga membentuk ikatan yang baik⁸. Hidroksiapatit dan β -TCP memiliki komposisi mineral yang menyerupai tulang dan bisa menjadi pengganti tulang karena memiliki biokompatibilitas yang baik. BCP yang tepat untuk tubuh haruslah memiliki sifat *bioresobable*, *biocompatible* dan bioaktif⁹. Adanya keterbatasan dalam setiap material, memicu perkembangan riset dibidang material. Baru-baru ini perhatian khusus pada penyusunan keramik BCP morfologi berpori. BCP berpori sangat efektif untuk memperbaiki tulang yang rusak, karena pori-pori BCP akan memicu tumbuhnya sel-sel tulang yang baru¹⁰.

Untuk mengetahui apakah BCP dapat diterima oleh tubuh maka diperlukan hewan uji, sebelum diimplankan ke dalam tubuh manusia. Hewan uji yang cocok untuk implantasi tulang yaitu babi, anjing, kambing, kelinci dan domba. Pada penelitian ini hewan uji yang digunakan adalah domba. Tulang domba menunjukkan kepadatan tulang yang lebih tinggi dan kekuatan yang lebih besar dibandingkan manusia. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tulang domba dan manusia memiliki pola yang serupa dalam hal proses pertumbuhan tulang¹¹. Adanya implan tulang BCP diharapkan dapat larut dan dapat membantu mempercepat proses penyembuhan tulang.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Karakterisasi BCP sebelum dimplankan ke dalam tulang tibia domba melalui analisis XRD, FTIR dan SEM-EDX.
2. Karakterisasi tulang tibia pada domba setelah diimplan dengan BCP melalui analisis XRD, FTIR dan SEM-EDX.
3. Analisis uji kekerasan tulang tibia pada domba.

Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik BCP sebelum diimplankan ke dalam tulang tibia domba melalui analisis XRD, FTIR dan SEM-EDX?
2. Bagaimana karakteristik tulang tibia pada domba setelah diimplan dengan BCP melalui analisis XRD, FTIR dan SEM-EDX?
3. Bagaimana kekerasan tulang tibia pada domba?

Hipotesis

BCP dengan rasio 60% HA dan 40% β -TCP setelah diimplankan pada tulang tibia domba selama 90 hari akan menghasilkan BCP yang bersifat bioaktif, biokompatibel dan berguna untuk membantu proses penyembuhan tulang.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup Penelitian ini adalah bidang biomaterial khususnya *Biphasic Calcium Phosphate* (BCP) yang dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan. BCP yang diperoleh dari Hamdilla¹² kemudian dikarakterisasi melalui analisis XRD, FTIR, SEM-EDX, uji kekerasan dan pengujian secara *in vivo* pada tulang domba.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Juli 2014 sampai Januari 2015 bertempat di Laboratorium Biofisika Material, Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Operasi Domba dilakukan di Laboratorium Bedah dan Radiologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB Darmaga. Karakterisasi XRD dan FTIR dilakukan di Laboratorium Analisis Bahan IPB, SEM-EDX dan uji kekerasan tulang dilakukan di BATAN PUSPITEK Serpong.

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang telur ayam, alginat, zylazine, antropin, ketamine. Hewan percobaan yang digunakan domba lokal yang berjumlah 4 ekor dengan umur 2 tahun dan berat badan ± 29 kg (rata-rata 28.75 ± 1.04).

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu takar, elenmayer, furnace, gelas piala, kertas saring, magnetic stirrer, pipet tetes, analisis XRD GBC Emma, analisis FTIR ABB MB 300, analisis SEM-EDX Joel JSM-6510LA, *Microhardness Tester* Model HV-1000, alat bedah dan alat suntik.

Prosedur Penelitian

Sintesis *Biphasic Calcium Phosphate* Berpori

Sintesis BCP dilakukan dengan mencampurkan 60 % HA dan 40 % β -TCP. Untuk menghasilkan BCP Berpori dapat dilakukan dengan menggunakan bahan porogen salah satunya alginat. Alginat yang digunakan pada penelitian ini diperoleh secara komersil dari PT Setia Guna Bogor, Jawa Barat. Sintesis BCP diawali dengan pembuatan HA dan β -TCP dengan metode presipitasi. Kemudian setelah terbentuk BCP maka kita sintesis BCP/alginat dengan metode *freezer drying*, BCP dipreparasi dengan mencampurkan serbuk alginat ke dalam larutan BCP dengan rasio 70/30. Sintesis BCP ini dilakukan oleh Hamdilla¹² menghasilkan BCP berbentuk pellet yang memiliki tinggi sebesar 1.8 cm dan diameternya 1 cm. Karakterisasi XRD dan FTIR dilakukan terhadap sampel BCP pellet, tulang domba baik yang sebagai kontrol maupun yang diimplankan BCP berpori dan tulang domba normal. Karakterisasi SEM-EDX pada sampel BCP pellet dan BCP setelah diimplan pada tulang domba.

Pengujian BCP secara *In vivo*

Proses ini dilakukan dengan mengoperasi domba. Domba yang digunakan berumur 2 tahun. Sebelum operasi domba diberi obat bius menggunakan zylazine, antropin, ketamine. Tulang tibia domba sebelah kanan dibor menggunakan bor sesuai dengan ukuran implan. Kemudian memasukkan implan BCP berpori rasio 60/40 ke dalam tulang tersebut. Empat ekor domba yang digunakan pada penelitian ini, tiga ekor domba yang diimplankan dengan BCP berpori dan satu ekor domba sebagai kontrol tanpa implan. Seluruh domba kemudian dipanen pada hari ke-90 pascaoperasi. Selama tiga bulan tersebut, domba dipelihara dalam lingkungan kandang yang memadai dengan sirkulasi udara yang cukup, pencahayaan dan temperatur normal, serta asupan pakan sebanyak dua kali sehari. Pemeliharaan domba dilakukan selama 10 hari sebelum operasi implantasi untuk evaluasi kondisi hewan, serta hari ke-30, 60, dan 90 setelah operasi. Selama tiga bulan dilakukan pengamatan, parameter pengamatan antara lain keadaan, bentuk, dan tingkat degradasi implan, ikatan antara implan dengan tulang, dan pertumbuhan tulang baru ke dalam implan. Setelah tiga bulan, tulang domba baik yang sebagai kontrol maupun yang diimplankan BCP berpori akan dikarakterisasi melalui analisis XRD, FTIR, SEM-EDX dan uji kekerasan tulang. Pengujian sifat mekanik dilakukan dengan uji kekerasan tulang menggunakan *Microhardness Tester* Model HV-1000 untuk mengetahui tingkat kekerasan permukaan sampel. Tulang yang diuji adalah tulang tibia sebelah kanan pada domba. Tulang tersebut dimolding dan diampas, kemudian ditekan menggunakan indentor yang terbuat dari intan berbentuk piramida dan beban yang digunakan 25 gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

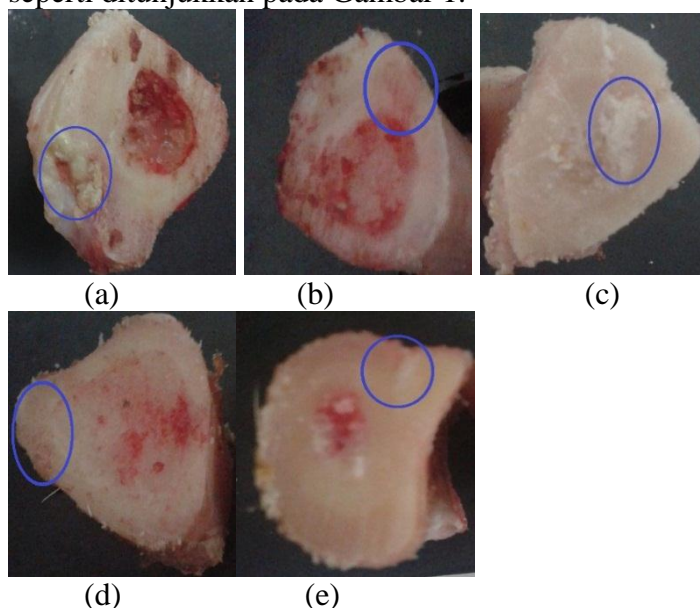
Hasil Sintesis BCP Berpori

Sintesis yang dilakukan oleh Hamdilla menghasilkan BCP pellet¹². BCP yang diimplankan ke dalam tulang domba bersifat bioaktif, *bioresobable* ketika adanya perubahan fasa, gugus fungsi dan komposisi unsur antara BCP pellet yang belum diimplankan dan BCP yang telah diimplankan ke dalam tulang domba. Untuk mengetahui perubahan fasa, gugus fungsi dan komposisi unsur dapat dilakukan dengan membandingkan hasil analisis XRD, FTIR, SEM-EDX sebelum dan sesudah diimplankan ke dalam tulang tibia domba.

Hasil pengujian BCP secara *In vivo*

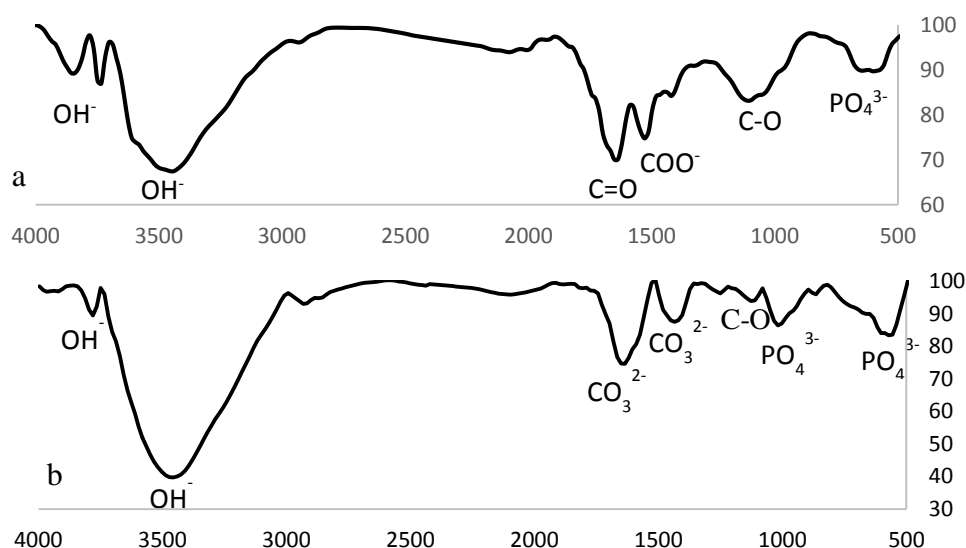
Pengujian secara *in vivo* dilakukan dengan menanamkan BCP 60 % HA dan 40 % β -TCP ke dalam tulang tibia domba yang berumur 2 tahun selama 90 hari. Hasil pengamatan selama 90 hari menunjukkan bahwa material BCP 60 % HA dan 40 % β -TCP memiliki sifat biokompatibel terhadap domba, dibuktikan dengan domba tidak mengalami peradangan. Pengujian BCP secara *in vivo* selama 90 hari

terdegradasi secara sempurna dengan persentase keberhasilan sebesar 33.33 % seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

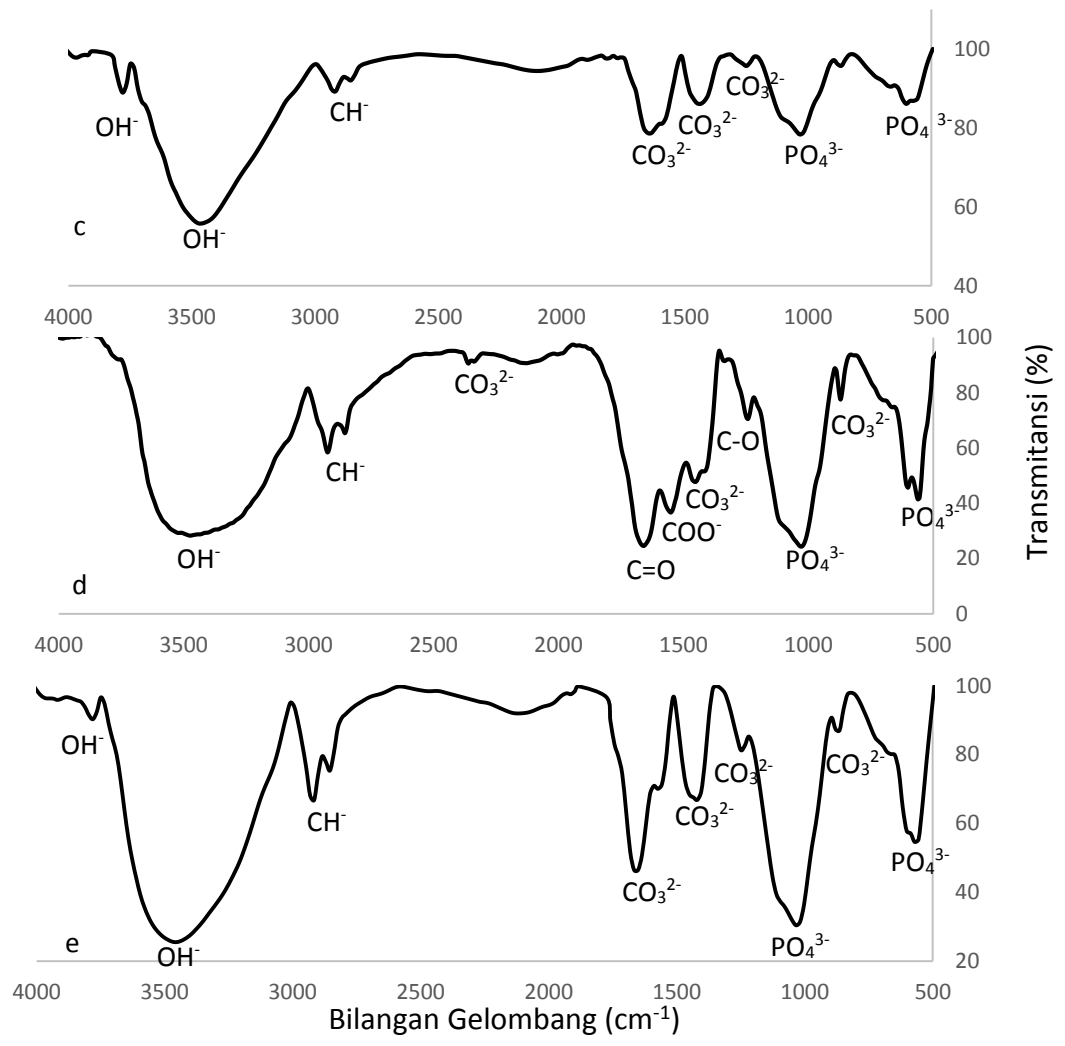


Gambar 1 Makroskopis BCP setelah diimplan selama 90 hari
Keterangan : (a) makroskopis BCP setelah diimplan selama 3 bulan pada tulang tibia domba 1 (b) domba 2 (c) domba 3 (d) domba 4 sebagai kontrol (e) domba 4 sebagai tulang domba normal

Karakterisasi sampel dengan analisis FTIR menggunakan Spektroskopi FTIR ABB MB 300. Sampel serbuk (± 2 mg) dicampur dengan KBr (100 mg) dibuat pellet lalu di IR dengan jangkauan bilangan gelombang antara $4000-400\text{ cm}^{-1}$. Pola FTIR sebelum dan sesudah diimplankan ke dalam tulang domba dapat dilihat pada Gambar 2.



Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa BCP berpori memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap ion logam berat. Hal ini dapat dilihat dari perubahan spektrum FTIR sebelum dan sesudah diimplan pada tulang domba. Perubahan spektrum FTIR menunjukkan adanya perubahan pada puncak-puncaknya, yang menunjukkan adanya interaksi antara BCP berpori dengan tulang domba. Hal ini dapat dilihat dari perubahan spektrum FTIR sebelum dan sesudah diimplan pada tulang domba.



Gambar 2 Pola FTIR sebelum dan sesudah diimplan dengan BCP pada tulang domba

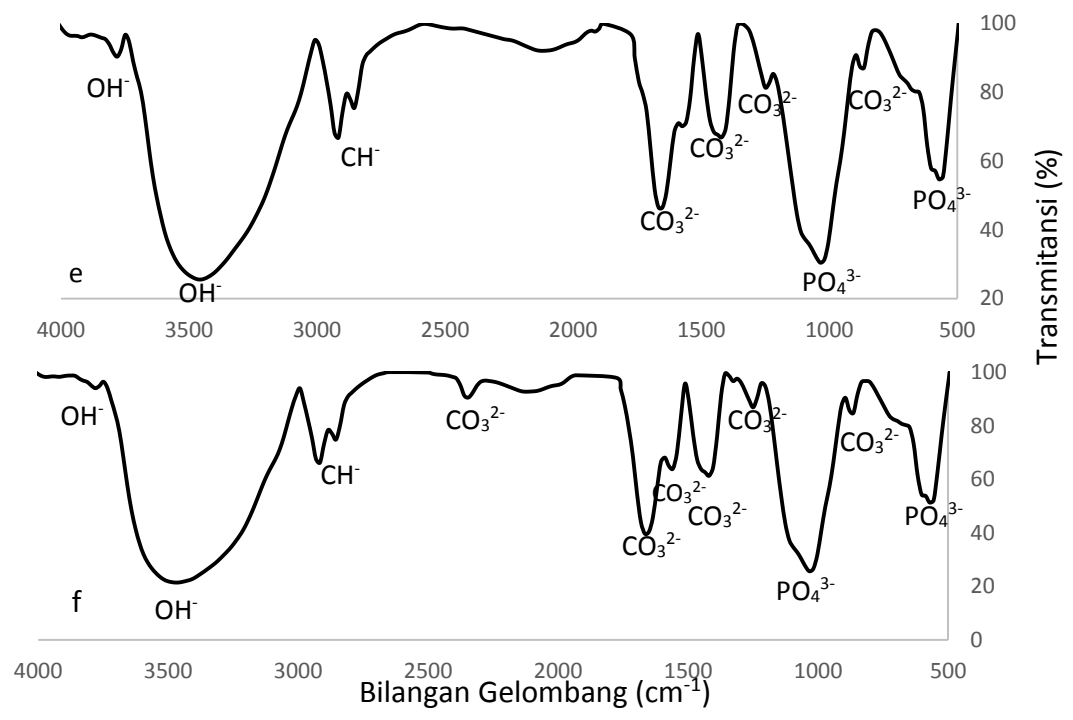
Tabel 1 Data Serapan Bilangan Gelombang FTIR BCP berpori

Gugus	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)					
	a	b	c	d	e	f
OH ⁻	3441	3456	3472	3472	3456	3472
	3734	3780	3780		3780	3780
	3842					
PO ₄ ³⁻	602	571	602	563	571	571
	648	1018	1034	602	1034	1034
CO ₃ ²⁻				1026		
		1435	1435	872	1420	2345
		1636	1636	1450	864	1558
			1250		1250	1420
					1666	864
					1250	1666
C-O	1111	1126		1242		
C=O	1651			1659		

COO ⁻	1528		1551		
CH ⁻		2916	2854	2854	2854
		2854	2924	2916	2916

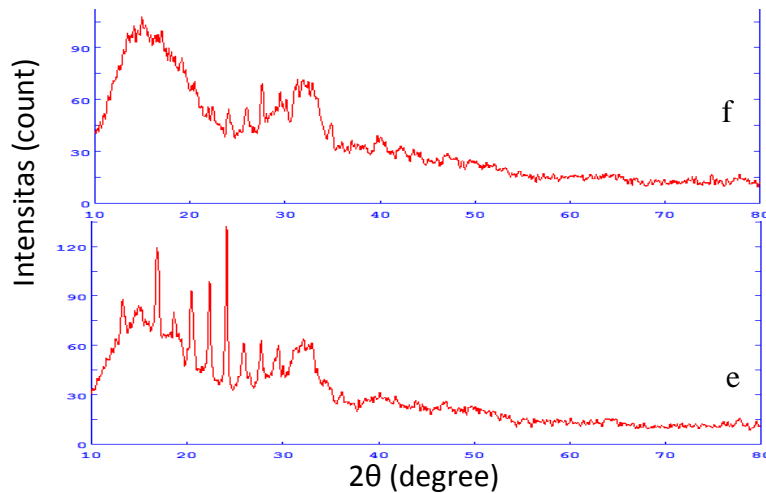
Keterangan: a:BCP pellet, b:tulang tibia domba 1, c:tulang tibia domba 2, d:tulang tibia domba 3, e:tulang tibia domba 4 kontrol dan f:tulang tibia domba 4 normal.

Pada sampel BCP sebelum diimplan menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi penyusun natrium alginat dan BCP. Gugus fungsi hidroksil (OH⁻), gugus karbonil (COO⁻), gugus fungsi C=O, dan gugus fungsi karboksil (C-O) menunjukkan keberadaan fase natrium alginat¹³. Sedangkan gugus fungsi posfat (PO₄³⁻) dan gugus karbonat (CO₃²⁻) menunjukkan fase HA¹⁴. Tulang yang setelah diimplan dengan BCP terdapat gugus fungsi lain berupa C-H dan CO₃²⁻. Gugus fungsi C-H dan CO₃ dapat muncul karena sampel sudah berinteraksi dengan ion tubuh sekitar tulang yang rusak. Interaksi tersebut dapat berupa penyerapan unsur penyusun tubuh atau protein pada tulang oleh sampel. Unsur penyusun protein yaitu C, H, O, dan N¹⁵. Kristal apatit dalam tulang mengandung karbon dalam bentuk karbonat. Karbonat menggantikan posisi OH⁻ disebut apatit karbonat tipe A dan menggantikan posisi PO₄³⁻ disebut apatit karbonat tipe B¹⁶. Analisis FTIR pada tulang tibia domba sebagai kontrol dan normal menunjukkan tidak ada perbedaan gugus fungsi. Tulang tibia domba 4 normal terdapat gugus fungsi karbonat tipe A dan tipe B, sedangkan tulang tibia domba 4 sebagai kontrol hanya terdapat karbonat tipe B.



Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui derajat kristalinitas pada sampel. Alat XRD yang digunakan adalah XRD GBC Emma. Sumber CuK_α (λ=1.54056 Å).

Halo Guru Pembantu! Untuk mendukung...
 1. Di dalam lingkungan sebagai...
 2. Berperan sebagai...
 3. Mengetahui...
 4. Di dalam lingkungan...



Gambar 4 Pola XRD tulang tibia domba

Keterangan; e:tulang tibia domba 4 kontrol, f:tulang tibia domba 4 normal

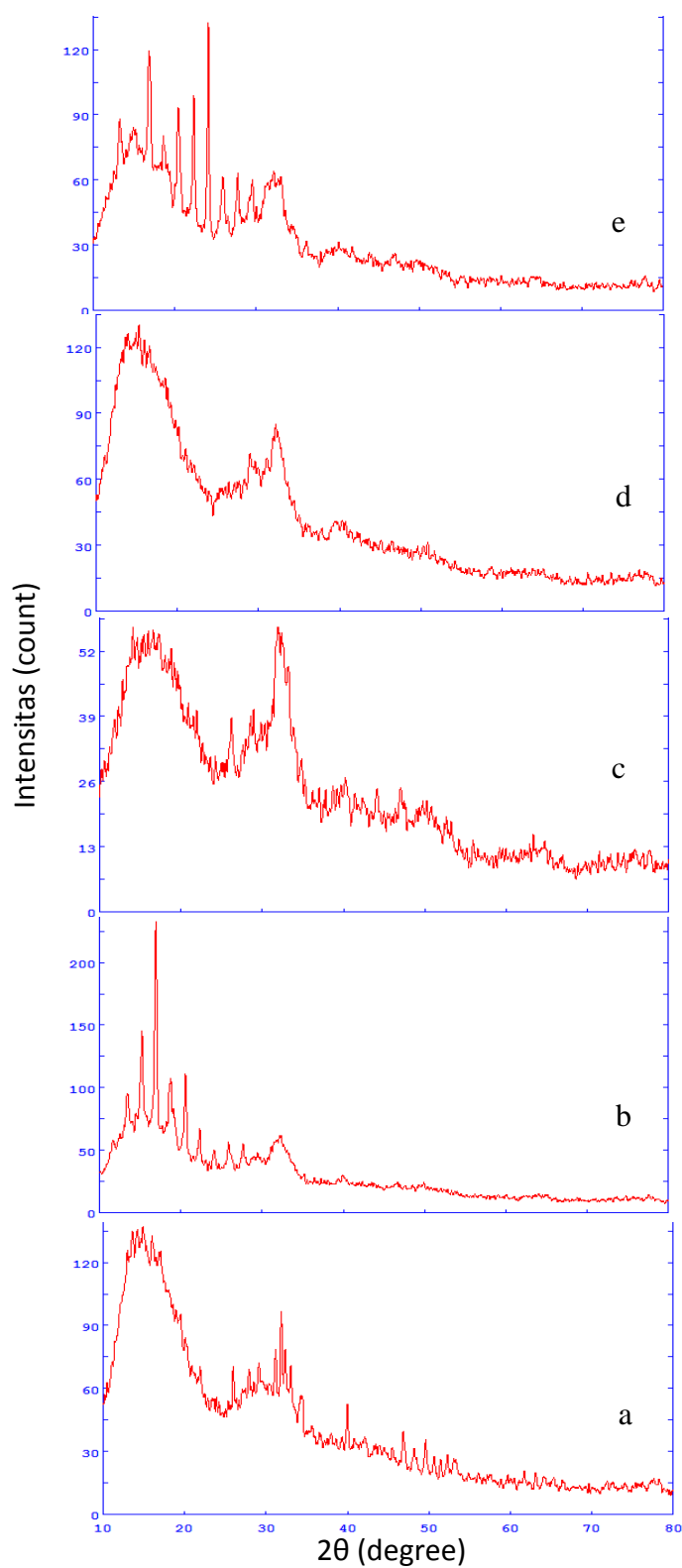
Tulang tibia domba 4 normal menunjukkan pola XRD seperti pada Gambar 4 yang memiliki puncak di 27° mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurmawati¹⁷. Adanya perbedaan antara pola XRD tulang domba kontrol dan normal dikarenakan adanya perlakuan yang dilakukan pada tulang tibia domba kontrol. Tulang tibia domba kontrol dilukai dengan menggunakan bor tulang, tulang domba tersebut mengalami proses persembuhan tulang dengan sendirinya.

Karakterisasi XRD juga dilakukan pada BCP pellet sebelum diimplan dan setelah diimplan. Hasil karakterisasi BCP dapat dilihat pada Gambar 5. Komposisi BCP/Alginat dipreparasi dengan rasio 70/30 mengikuti rasio tulang manusia yang merupakan komposit yang mengandung 70 % mineral dan 30 % matrix dengan penambahan *cross linking* CaCl_2 yang membantu ikatan silang antara BCP dan alginat. Pola XRD yang ditunjukkan pada BCP pellet menyerupai pola XRD alginat yang dilaporkan oleh Sundarajan yakni mensintesis alginat dari *sargassum sp*¹⁸.

Derajat kristalinitas merupakan tingkat keteraturan penempatan atom-atom dalam unit sel dan kisi kristal. Semakin tinggi tingkat kristalinitas suatu bahan menunjukkan bahwa semakin teratur susunan atom dalam bahan tersebut¹⁹. Tabel 2 memperlihatkan bahwa BCP pellet memiliki derajat kristalinitas rendah karena adanya pengaruh dari alginat. Pada tulang tibia domba 2 yang tidak terdapat sisa implan dan terbentuk tulang baru memiliki derajat kristalinitas lebih rendah dibandingkan tulang tibia domba 1 dan tulang tibia domba 3 yang masih terdapat sisa implan. Tulang domba 4 sebagai kontrol memiliki derajat kristalinitas tinggi karena tulang tersebut mengalami proses persembuhan dengan sendirinya. Tulang tibia domba normal memiliki derajat kristalinitas yang tinggi dibandingkan tulang tibia domba 4 sebagai normal.

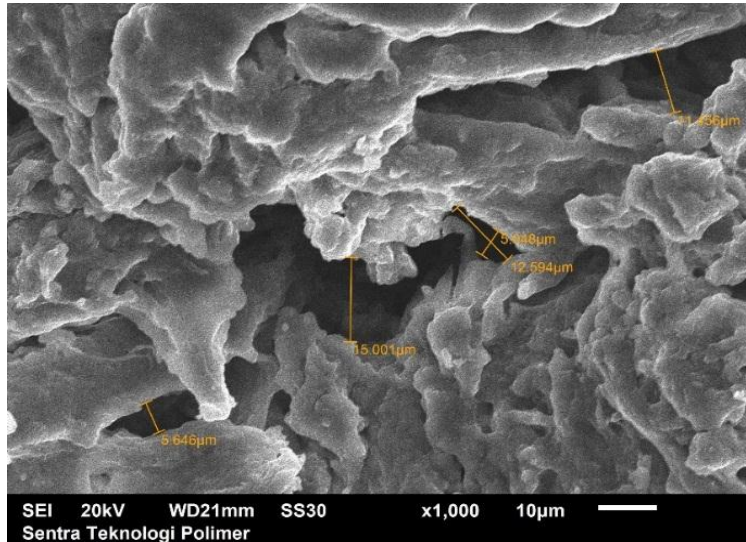
Tabel 2 Derajat Kristalinitas (%)

Sampel	Derajat kristalinitas (%)
BCP berpori pellet	12.908
Tulang tibia domba 1	52.201
Tulang tibia domba 2	17.822
Tulang tibia domba 3	19.716
Tulang tibia domba 4 sebagai kontrol	27.392
Tulang tibia domba 4 normal	35.608



Keterangan; a:Pola XRD pada BCP pellet sebelum diimplan, b:tulang tibia domba 1, c:domba 2, d:domba 3, e:domba 4 sebagai kontrol

Scanning Electron Microscopy digunakan untuk mengamati morfologi dan ukuran pori dari sampel yang dilengkapi dengan EDX untuk mengamati komposisi unsur pada sampel. Preparasi sampel dilakukan dengan cara melapisi sampel dengan Platina (Pt) selama 55 detik kemudian dianalisis dengan alat SEM-EDX JOEL JSM-6510LA pada *accelerated voltage* sebesar 20 kV dan perbesaran antara 1000-3000 kali. Hasil SEM pada Gambar 6 menunjukkan bahwa BCP berpori yang diimplan ke dalam tulang tibia domba telah berinteraksi dengan sel-sel yang ada disekitar tulang. Adanya interaksi tersebut terlihat dari adanya matrix kolagen yang terbentuk. Penelitian ini didukung dari data SEM yang dilakukan oleh Solihat²⁰.



Gambar 6 SEM BCP setelah diimplan

Hasil analisis EDX sampel BCP pellet sebelum diimplan dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil EDX menunjukkan bahwa sampel BCP sebelum diimplan terdapat C, O, Al, P, Cl, Ca, Na dan S. Terdeteksi unsur sulfur dengan persentase 1.89 % yang merupakan unsur penyusun dari alginat.

Tabel 3 Komposisi unsur BCP berpori sebelum diimplan

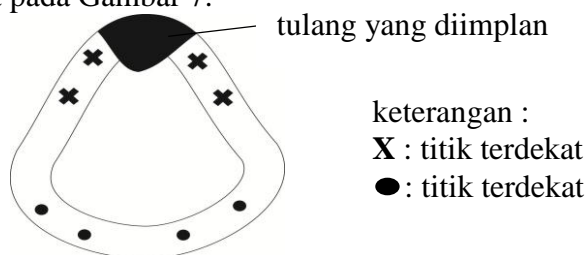
Sampel	Unsur	Massa (%)
BCP berpori sebelum diimplan ke dalam tulang tibia domba	C	5.96
	O	45.91
	Na	4.17
	P	12.29
	Cl	1.39
	Ca	27.56
	Al	0.81
	S	1.89

Sedangkan hasil EDX sesudah diimplan dapat dilihat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa komposisi unsur-unsur penyusun BCP berpori setelah diimplan ke dalam tulang tibia domba selama 90 hari yaitu tersusun oleh unsur C, O, Na, Mg, P, Cl, K dan Ca. Terdeteksi bahwa unsur-unsur tersebut yang terdapat di dalam tulang .

Tabel 4 Komposisi unsur dari BCP berpori setelah diimplan

Sampel	Unsur	Massa (%)
BCP berpori setelah diimplan ke dalam tulang tibia domba	C	18.37
	O	41.83
	Na	0.73
	P	12.66
	Cl	0.26
	Ca	24.97
	K	0.45
	Mg	0.74

Kekerasan Vickers ditentukan dengan membagi beban dengan luas permukaan bekas penekanan (VHN). Semakin kecil jejak indenter menunjukkan semakin tinggi nilai kekerasan. Besarnya beban yang digunakan pada pengujian Vickers 0.025 kilogram. Nilai kekerasan tulang tibia domba dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai kekerasan sampel diukur pada delapan titik yang berbeda. Empat titik yang berada dekat implan dan empat titik yang berada jauh dari implan. Letak titik terdekat dan terjauh dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Letak titik terjauh dan terdekat implan

Sampel yang sama menunjukkan nilai kekerasan yang berbeda tiap titiknya, hal ini dikarenakan tulang memiliki bagian tulang jala dan padat yang memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Nilai kekerasan tulang yang berada dekat implan memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil dibanding yang jauh dari implan. Nilai kekerasan tertinggi ketika berada dekat implan yakni pada domba 2 yang mana pada domba 2 tidak terdapat sisa implan dan sudah terbentuk tulang baru. Jika dibandingkan dengan nilai kekerasan tulang tibia domba kontrol bahwa sedikit mengalami perbedaan, nilai kekerasan tulang dekat implan pada domba kontrol sebesar 14.16113 HV dan nilai kekerasan tulang pada tulang tibia domba normal sebesar 14.35586 HV dibandingkan nilai kekerasan pada domba kedua sebesar 12.94751 HV. Terlihat bahwa tidak ada perbedaan nilai kekerasan tulang yang signifikan antara tulang tibia domba kontrol dan tulang tibia domba normal. Dan terlihat juga bahwa nilai kekerasan domba pertama lebih tinggi dibandingkan domba ketiga yang memiliki sisa implan lebih banyak dibanding domba pertama. Semakin lama BCP diimplan ke dalam tulang seharusnya semakin keras tulang tersebut, karena ada penambahan matriks anorganik dari BCP dibandingkan dengan tulang yang tumbuh tanpa implan BCP.

Tabel 5 Nilai kekerasan tulang tibia domba

Sampel	Spot	HVN (HV)	HVN rata-rata (HV)	
Tulang dengan BCP setelah diimplan untuk domba 1	terdekat implan	10.175	10.740	
		10.483		
		10.806		
	terjauh implan	11.497		21.986
		18.731		
		20.765		
		23.946		
Tulang dengan BCP setelah diimplan untuk domba 2	terdekat implan	9.262	12.948	
		9.667		
		19.914		
	terjauh implan	21.441		23.995
		23.946		
		26.597		
Tulang dengan BCP setelah diimplan untuk domba 3	terdekat implan	5.771	8.823	
		7.358		
		9.495		
	terjauh implan	12.666		19.596
		13.318		
		16.047		
		23.946		
Tulang belakang tanpa BCP setelah diimplan untuk domba 4 (kontrol)	terdekat implan	10.213	14.161	
		12.562		
		19.709		
	terjauh implan	19.709		23.199
		24.221		
		25.666		

Tulang depan tanpa BCP terdekata	9.262	14.356
setelah diimplan untuk domba implan		
4 (normal)	16.661	
	17.145	
terjauh	17.650	18.721
implan	18.179	
	20.333	

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

BCP yang dihasilkan memiliki sifat biokompatibel dan terdegradasi sempurna dengan persentase keberhasilan sebesar 33.33%. Hasil karakterisasi FTIR dan SEM-EDX menunjukkan bahwa BCP berinteraksi dengan ion tubuh. Karakterisasi FTIR BCP berpori munculnya CO_3^{2-} dan C-H yang merupakan unsur penyusun tulang. Karakterisasi SEM-EDX BCP berpori munculnya Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ yang merupakan bahan anorganik komponen tulang. Uji kekerasan tulang menunjukkan bahwa tulang yang berada pada titik terdekat implan memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibanding titik terjauh implan. Nilai kekerasan tulang tibia domba normal tidak jauh berbeda yang signifikan dengan tulang yang baru terbentuk.

Saran

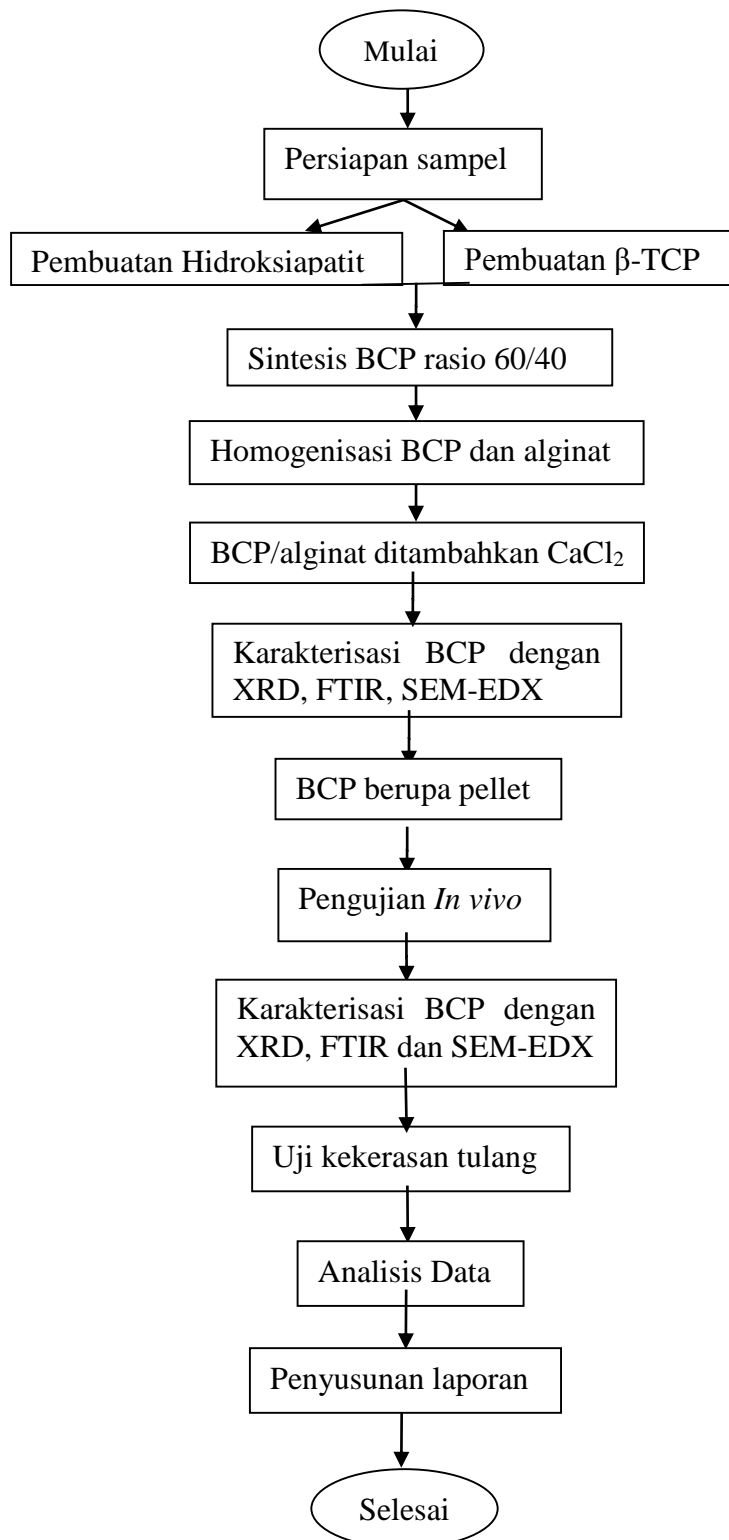
Penelitian selanjutnya diperlukan penambahan waktu implan ke dalam tulang domba agar dapat teramati bagaimana tulang terbentuk secara sempurna. Selain itu harus dipastikan bahwa selama pengimplanan kesehatan domba harus tetap dijaga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kalfas IH. *Principles of Bone Healing. Neurosurgery Focus*. Departemen of Neurosurgery, Section of spinal Surgery, Cleveland Clinic Foundation: Cleveland -Ohio 10:7-10.2001
2. Dewi, S. *Analisis Kuantitatif, Kekerasan dan Pengaruh Thermal pada Mineral Tulang Manusia*. [Tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2007
3. Bhat, Sujata V. *Biomaterials*. Pangboune England: Alpha Science International Ltd. 2002
4. Aoki, Hidaki. *Science and Medical Applications of Hydroxyapatite*. Institute for Medical and Dental Engineering.Tokyo Medical and Dental University. 1991
5. Weiner S, Wolfie, T, Wagner HD *Lamellar Bone : Structure-function Relations*. Journal of Struc tural Biology 126 : 241-255. 1999
6. Connor JJO, MRCVS. *Dollar's Veterinary surgery*. edition. India : CBS Publishers&Distributors. 1980
7. Johnell O, Kanis JA. *An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures*. *Osteoporos Int* ; 17 (12): 1726-1733. 2006
8. Murugan R., Ramakrishna S. "*Bioresorbable composite bone paste using polysaccharide based nano hydroxiapatite*". *Biomaterials* 25 pp. 3829-3835. 2004
9. Castellani C, Zanoni G, Tangl S, van Griensven M, Redl H. *Biphasic calcium phosphate ceramics in small bone defects: potential influence of carrier substances and bone marrow on bone regeneration*. *Clin. Oral Impl. Res.* 20;1367–1374. doi:10. 1111/j. 1600-0501. 2009. 01760.x. 2009
10. Sunarso, dkk. *Synthesis of Biphasic Calcium Phosphate by Hydrothermal Route and Conversion to Porous Sintered Scaffold*. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 4,273-278. 2013
11. Pearce AI, Richards RG, Milz S, Schneider E, Pearce SG. *Animal models for implant biomaterial research in bone: a review*. Switzerland: AO Research Institute, AO Foundation. 2007
12. Hamdila J. *Sintesis Biphasic Calcium Phosphate (BCP) Berpori Berbasis Cangkang Telur Ayam dengan Menggunakan Porogen Na-Alginat dan Kolagen*. [Tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2015
13. Bahar R, Arief A, Sukriadi. *Daya Hambat Ekstrak Na-Alginat dari Alga Coklat Jenis Sargassum sp. Terhadap Proses Pematangan Buah Mangga dan Buah Jeruk*. *Indonesia Chimica Acta*;5(2):2085-014X. 2012
14. Siregar H. *Sintesis Scaffold Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Hijau dengan Matrix Natrium Alginat dan Selulosa Bakteri Nata De Coco*. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2007
15. Dewi R. T. *Karakterisasi Biphasic Calcium Phosphate Sebelum dan Sesudah Diimplan pada Domba*. [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2014
16. Tampieri A *et al. Towards Tissue Bio-Engineering: Vietnam-Italy Seminar on Technology and Application of Advanced Ceramics*. Hanoi: Proc. 2002

17. Nurmawati M. *Analisis Derajat Kriatalinitas, Ukuran Kristal dan Bentuk Partikel Mineral Tulang Manusia Berdasarkan Variasi Umur dan Jenis Tulang*. [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2007
18. Sundarrajan P, Eswaran P, Marimuthu A, Lakshmi B. S, dan Kannaiyan P. *One Pot Synthesis and Characterization of Alginate Stabilized Semiconductor Nanoparticles*. Bull. Korean Chem. Soc. Vol. 33, No. 10. 2012
19. Purnama Firman E. *Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Derajat Kristalinitas dan Komposisi Hidroksiapatit Dibuat dengan Media Air dan Cairan Tubuh Buatan (Synthetic Body Fluid)*. [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2006
20. Solihat, R. *In Vitro Analysis of Biphasic Calcium Phosphate And Hydroxyapatite as Bone Implants*. [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 2011

Lampiran 1 Diagram alir penelitian

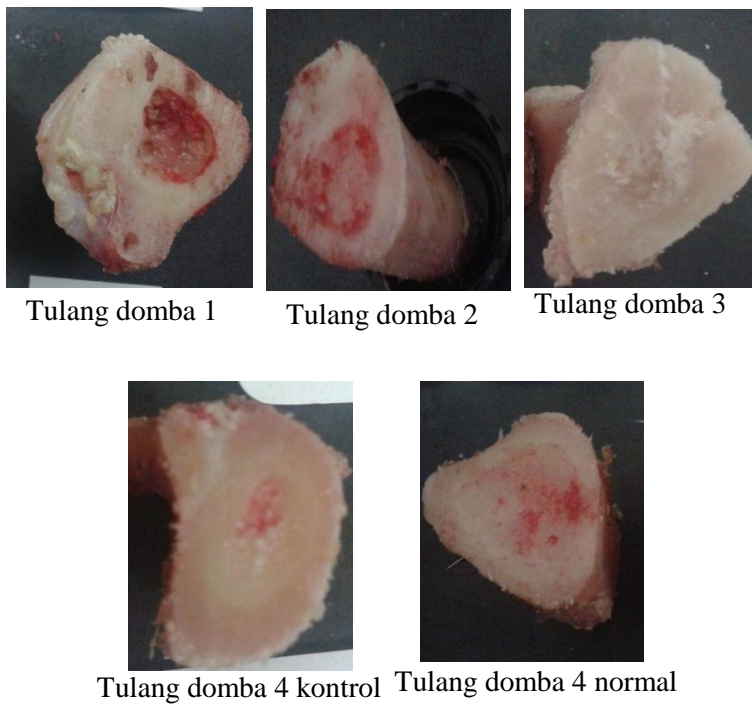


Lampiran 2 Dokumentasi penelitian

Gambar 1 Tahap penelitian



Gambar 2 Posisi BCP setelah 90 hari



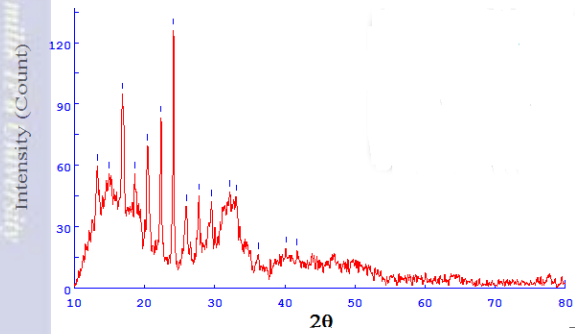
Lampiran 3 Perhitungan derajat kristalinitas

$$\text{kristalinitas} = \frac{\text{luas fraksi kristal}}{\text{luas fraksi kristal amorf} + \text{luas fraksi kristal}} \times 100\%$$

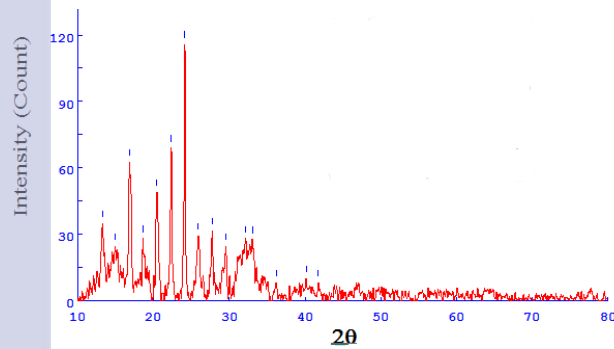
Keterangan:

$$\text{luas fraksi} = \text{FWHM}(\text{degree}) \times \text{Height}(\text{counts})$$

Contoh: luas fraksi kristal+amorf



luas fraksi kristal



Perhitungan menggunakan software powder x

$$\text{Total luas fraksi amorf+kristal} = 1187.888$$

$$\text{Total luas fraksi kristal} = 325.389$$

$$\text{kristalinitas} = \frac{325.389}{1187.888} \times 100\% = 27.392\%$$

Lampiran 4 Nilai kekerasan tulang tibia domba

$$VHN = \frac{1,8544 \times F}{d^2}$$

VHN: Vickers Hardness Number (HV)

 F : beban yang diterapkan (kg) d : diagonal rata-rata bidang piramida hasil jejak

indentor (μm)		d_1	d_2	d	d^2	HVN
		(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(HV)
Tulang dengan BCP diimplan untuk domba 1	setelah	2.700	2.700	0.068	0.005	10.175
		2.660	2.660	0.067	0.004	10.483
		2.620	2.620	0.066	0.004	10.806
		2.520	2.560	0.064	0.004	11.497
		1.990	1.990	0.050	0.002	18.731
		1.890	1.890	0.047	0.002	20.765
		1.760	1.760	0.044	0.002	23.946
		1.740	1.740	0.044	0.002	24.500
Tulang dengan BCP diimplan untuk domba 2	setelah	2.830	2.830	0.071	0.005	9.262
		2.770	2.770	0.069	0.005	9.667
		1.930	1.930	0.048	0.002	19.914
		1.860	1.860	0.047	0.002	21.441
		1.760	1.760	0.044	0.002	23.946
		1.670	1.670	0.042	0.002	26.597
Tulang dengan BCP diimplan untuk domba 3	setelah	3.760	3.410	0.090	0.008	5.771
		3.200	3.150	0.079	0.006	7.358
		2.950	2.640	0.070	0.005	9.495
		2.420	2.420	0.061	0.004	12.666
		2.360	2.360	0.059	0.003	13.318
		2.200	2.100	0.054	0.003	16.047
		1.760	1.760	0.044	0.002	23.946
		1.720	1.720	0.043	0.002	25.073
Tulang belakang tanpa BCP diimplan untuk domba 4 (kontrol)	setelah	2.710	2.680	0.067	0.005	10.213
		2.430	2.430	0.061	0.004	12.562
		1.940	1.940	0.049	0.002	19.709
		1.940	1.940	0.049	0.002	19.709
		1.750	1.750	0.044	0.002	24.221
		1.700	1.700	0.043	0.002	25.666
Tulang depan tanpa BCP diimplan untuk domba 4	setelah	2.830	2.830	0.071	0.005	9.262
		2.110	2.110	0.053	0.003	16.661
		2.080	2.080	0.052	0.003	17.145
		1.970	2.070	0.051	0.003	18.179
		1.920	2.180	0.051	0.003	17.650
		1.910	1.910	0.048	0.002	20.333

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 3 Mei 1993. Penulis adalah anak terakhir dari 6 bersaudara, dari pasangan Bapak Abdul Aziz dan Ibu Masayu Maryani. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai pada tahun 1999 di SD N 201 Palembang dan lulus pada tahun 2005, SMP N 39 Palembang dan lulus pada tahun 2008, serta SMA N 12 Palembang dan lulus pada tahun 2011.

Setelah lulus SMA penulis melanjutkan pendidikan ke Institut Pertanian Bogor, Departemen Fisika melalui jalur PMDK (USMI). Selama di IPB penulis aktif sebagai asisten mata kuliah salah satunya Asisten Praktikum TPB IPB. Di bidang organisasi kemahasiswaan penulis juga mengikuti organisasi kemahasiswaan diantaranya Kadiv Eksternal OMDA IKAMUSI IPB, Badan Pengawas HIMAFI, dan Ketua DIES Asrama Putri Darmaga IPB. Penulis merupakan penerima Beasiswa Bidik Misi 2011-2015.