



LAPORAN AKHIR
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA
PEMANFAATAN CANGKANG KERANG HIJAU (*Perna viridis* L.)
SEBAGAI *BONE SUBSTITUTE* BERPOROGEN SELULOSA
NATA DE COCO

BIDANG KEGIATAN:

PKM-P

Disusun oleh:

Sugandi G74100044/2010

Helda Astika Siregar G74100061/2010

Endang Darsini A34110061/2011

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

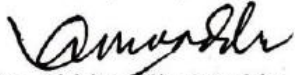
2014

PENGESAHAN PKM-PENELITIAN

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Judul Kegiatan | :Pemanfaatan Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.) sebagai <i>Bone Substitute</i> Berporogen Selulosa <i>Nata de coco</i> |
| 2. Bidang Kegiatan | : PKM-PENELITIAN |
| 3. Ketua Pelaksana Kegiatan | : Sugandi |
| a. Nama Lengkap | : G74100044 |
| b. NIM | : Fisika |
| c. Jurusan | : Institut Pertanian Bogor |
| d. Universitas | : Kp Kadu Heuleut RT/RW 04/02
Desa Cening, Kec. Cikedal, Kab.
Pandeglang / 0865711315567 |
| e. Alamat Rumah dan No Tel./HP | : sugandi.thea@gmail.com |
| f. Alamat Email | : 2 orang |
| 4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis | : Dr. Kiagus Dahlan |
| 5. Dosen Pendamping | : 0007056013 |
| a. Nama Lengkap dan Gelar | : Jl.Suralaya no 9, laladon ciomas
dan 08129978640 |
| b. NIDN | : Rp 8.399.000,00 |
| c. Alamat Rumah dan No Tel./HP | : - |
| 6. Biaya Kegiatan Total | : 3 bulan |
| a. Dikti | |
| b. Sumber Lain | |


7. Jangka Waktu Pelaksanaan
Bogor, 25 Juli 2014

Menyetujui,
Ketua Departemen


Dr. Akhiruddin Maddu, M.Si.
NIP. 196609071948021006



Ketua Pelaksana Kegiatan


Sugandi
NIM. G74100044

Dosen Pembimbing


Dr. Kiagus Dahlan
NIP.196005071987031003

RINGKASAN

Kebutuhan akan implan meningkat seiring dengan tingginya jumlah penderita patah tulang yang diakibatkan oleh kecelakaan baik di jalan raya maupun kecelakaan kerja. Biokeramik merupakan produk keramik atau komponen yang digunakan dalam *medical and dental industry*, terutama sebagai implan ataupun organ pengganti. Hidroksiapatit (HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) merupakan salah satu jenis biokeramik yang banyak digunakan karena memiliki sifat osteokonduktif (dapat merangsang pertumbuhan tulang), bioaktif dan biokompatibel. HA yang paling cocok digunakan untuk implan tulang adalah yang memiliki struktur pori. Struktur pori HA yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan untuk media pertumbuhan sel yang baru dapat mempercepat proses pertumbuhan sel tersebut. Oleh karena itu, HA berpori dapat meningkatkan regenerasi tulang dengan baik. Pada proses sintesis HA berpori salah satu bahan porogen yang dapat digunakan yaitu selulosa bakteri. Hal ini didasarkan pada sifat-sifat selulosa bakteri yang memiliki struktur porositas dengan ukuran diameter 70-80 nm, derajat kristalinitasnya cukup tinggi yaitu 60-80%, dan kekuatan mekanik yang besar serta modulus elastisitas yang tinggi dan bentuk yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan, sehingga menjadikan selulosa bakteri sangat potensial untuk digunakan sebagai material implant dalam bidang kedokteran. HA komersial yang tersedia di pasaran memiliki harga yang cukup mahal. Menurut BPPT, harga 1 gram HA dapat mencapai Rp 1,000,000.00. Oleh karena itu, proses sintesis perlu dilakukan sebagai alternatif untuk menghasilkan HA dengan kualitas yang sebanding dengan HA komersial. Solusi alternatif yang diajukan yaitu mengolah limbah cangkang kerang untuk diekstrak kandungan kalsiumnya dan dijadikan sebagai komponen substitusi tulang. Cangkang kerang hijau tersusun atas CaCO_3 , CaPO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Ca_3S , dan kalsium aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dan menambah nilai guna limbah cangkang kerang hijau, membuat hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan selulosa *nata de coco*, mempelajari karakteristik hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau yang memanfaatkan selulosa *nata de coco* sebagai matriksnya. Metode penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu: (1) kalsinasi cangkang kerang hijau, (2) sintesis HA dengan metode presipitasi *wise drop*, (3) Sintesis HA berpori dengan matriks selulosa bakteri *Nata de coco* dengan metode Perendaman, dan (4) Karakterisasi menggunakan XRD, FTIR, dan SEM untuk mengidentifikasi fasa, parameter kisi, dan ukuran kristal, gugus molekul, dan mengetahui morfologi serta struktur porositas sampel yang telah disintesis.

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
Latar Belakang Masalah	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	3
Luaran Yang Diharapkan	3
Kegunaan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
Kerang Hijau	4
Hidroksiapatit	4
Selulosa <i>nata de coco</i>	5
BAB III METODE PENDEKATAN	6
Kalsinasi cangkang kerang hijau	6
Sintesis HA dengan metode <i>wise drop</i>	6
Sintesis HA berpori selulosa bakteri dengan metode perendaman	7
Karakterisasi XRD, FTIR, dan SEM-EDX	7
BAB IV PELAKSANAAN PROGRAM	7
Waktu dan Tempat	7
Tahapan Pelaksanaan	8
Instrumen Pelaksanaan	8
Rekapitulasi Rancangan dan Realisasi	9
BAB V HASIL YANG DICAPAI	10
4.1 Kalsinasi cangkang kerang hijau	10
4.2 Sintesis hidroksiapatit	11
4.3 Sintesis Komposit HA/selulosa <i>nata de coco</i>	13
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	17
Simpulan	17
Saran	17
BAB VII DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	20

DAFTAR TABEL

1 Massa CaO dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ yang digunakan pada presipitasi serta hasil yang diperoleh beserta efisiensinya	11
2 Parameter kisi dan derajat kristalinitas hidroksiapatit	12
3 Kandungan unsur komposit HA/selulosa hasil analisis EDX	16

DAFTAR GAMBAR

1 Cangkang kerang hijau	4
2 Struktur Kristal HA ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)	5
3 Pola XRD hasil kalsinasi cangkang kerang hijau	10
4 Pola XRD sampel hasil sintesis HA cangkang kerang hijau	11
5 Spektrum FTIR sampel hasil sintesis HA cangkang kerang hijau	12
6 Pola XRD Selulosa bakteri <i>nata de coco</i> dan Selulosa bakteri <i>nata de coco</i>	14
7 Mikrograf SEM komposit HA/selulosa bakteri	15

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan YME, karena dengan karunia-Nya kami dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Pemanfaatan Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Sebagai *Bone Subtitute* Berporogen Selulosa *Nata De Coco*”. Meskipun banyak hambatan yang kami alami dalam proses pengerjaannya, tapi kami berhasil menyelesaikan laporan akhir program kreativitas mahasiswa bidang penelitian ini tepat pada waktunya.

Tidak lupa kami sampaikan terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam menyelesaikan laporan akhir ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah memberi kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan laporan akhir ini.

Tentunya ada hal-hal yang ingin kami berikan kepada pihak terkait dari hasil penelitian yang telah kami lakukan ini. Karena itu kami berharap semoga laporan akhir ini dapat menjadi sesuatu yang berguna bagi kita bersama. Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan akhir ini. Penulis berharap semoga laporan akhir ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Bogor, Juli 2014

Penyusun

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan biomaterial pada bidang medis di Indonesia untuk berbagai keperluan terus meningkat, khususnya kebutuhan *graft* tulang untuk proses implantasi. Kebutuhan terhadap bahan implan tulang di beberapa rumah sakit dilaporkan terus meningkat seiring dengan tingginya jumlah penderita patah tulang yang diakibatkan oleh tingginya jumlah kecelakaan baik di jalan raya maupun kecelakaan kerja (Indonesia, Sains 2012). Implan merupakan istilah yang digunakan untuk logam yang ditanamkan ke dalam tubuh untuk mengatasi tulang yang rusak atau patah (Lusiana, 2010). Biokeramik adalah produk keramik atau komponen yang banyak digunakan dalam *medical and dental industry*, terutama sebagai implan ataupun organ pengganti. Hidroksiapatit (HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) merupakan salah satu jenis biokeramik yang banyak digunakan karena memiliki sifat osteokonduktif (dapat merangsang pertumbuhan tulang), bioaktif dan biokompatibel terhadap jaringan tulang (Rivera-Muñoz, EM, 2011). Kristal HA merupakan komponen mayoritas yang membentuk jaringan tulang manusia. Sehingga HA memiliki peranan yang sangat penting dalam proses regenerasi cacat tulang (Dahotre NB dan Paital SR, 2008).

Bentuk HA yang paling cocok digunakan untuk proses implan tulang adalah yang memiliki pori. Struktur pori HA yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan untuk media pertumbuhan sel yang baru dapat mempercepat proses pertumbuhan sel tersebut. Oleh karena itu, HA berpori dapat meningkatkan regenerasi tulang dengan baik (Pane MS, 2004). Pada proses sintesis HA berpori salah satu bahan porogen yang dapat digunakan yaitu selulosa bakteri. Hal ini didasarkan pada sifat-sifat selulosa bakteri yang memiliki struktur porositas dengan ukuran diameter 70-80 nm, derajat kristalinitasnya cukup tinggi yaitu 60-80%, dan kekuatan mekanik yang besar serta modulus elastisitas yang tinggi dan bentuk yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan, sehingga menjadikan selulosa bakteri sangat potensial untuk digunakan sebagai material implan dalam bidang kedokteran (Jonas R, Farah L, 1998. Czaja WK

dkk, 2007). Di Indonesia selulosa bakteri banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau biasa dikenal dengan nama *Nata de coco*. *Nata de coco* adalah selulosa bakteri yang dibuat dengan membiakkan bakteri *A.xylinum* dalam medium pertumbuhan yang terbuat dari air kelapa.

HA komersial yang tersedia di pasaran memiliki harga yang cukup mahal. Menurut BPPT, harga 1 gram HA dapat mencapai Rp 1,000,000.00 (Muntamah, 2011). Oleh karena itu, proses sintesis perlu dilakukan sebagai alternatif untuk menghasilkan HA dengan kualitas yang sama dengan HA komersial. Solusi alternatif yang diajukan yaitu mengolah limbah cangkang kerang untuk diekstrak kandungan kalsiumnya dan dijadikan sebagai komponen substitusi tulang.

Cangkang kerang hijau tersusun atas CaCO_3 , CaPO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Ca_3S , dan kalsium aktif (Gregoire C, 1972). Berdasarkan data ekspor hasil perikanan Indonesia pada tahun 2003 dan 2004, komoditas cangkang kerang yang dihasilkan adalah sekitar 2752 ton. Besarnya produksi komoditas kerang mengakibatkan jumlah limbah padat berupa cangkangnya juga cukup banyak. Oleh karena itu, perlu upaya serius untuk menanganinya agar limbah padat tersebut dapat lebih bermanfaat dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selama ini limbah padat kerang hanya dimanfaatkan sebagai salah satu bahan hiasan dinding hasil kerajinan dan campuran pakan ternak. Pengolahan limbah tersebut tentunya belum menambah nilai jualnya karena masih terbatas.

Berdasarkan ulasan di atas, limbah cangkang kerang hijau memiliki potensi untuk dijadikan sebagai sumber kalsium dalam sintesis HA berpori sebagai bahan implan tulang. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan selulosa *nata de coco* sebagai matriksnya.

B. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Belum maksimalnya pemanfaatan limbah kerang hijau.

2. Hidroksiapatit sebagai biokeramik implan tulang sulit didapatkan dan harganya yang masih cukup tinggi.
3. Implan tulang yang paling sering digunakan berbahan dasar logam dengan biokompatibilitas yang rendah.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengurangi dan menambah nilai guna limbah cangkang kerang hijau.
2. Membuat HA berpori dari cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan selulosa *nata de coco*.
3. Mempelajari karakteristik hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau yang memanfaatkan selulosa *nata de coco* sebagai matriksnya.

D. Luaran yang Diharapkan

1. Penelitian ini diharapkan mampu mensintesis hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau dengan memanfaatkan selulosa *nata de coco*.
2. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi artikel ilmiah memberikan informasi mengenai karakteristik hidroksiapatit berpori dari cangkang kerang hijau yang memanfaatkan selulosa *nata de coco* sebagai matriksnya.

E. Kegunaan

1. Bagi Mahasiswa
Pelaksanaan program ini akan merangsang mahasiswa untuk terus berinovasi, dan mengembangkan material-material yang dibutuhkan manusia dan ramah lingkungan.
2. Bagi Bidang Medis
Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan di bidang medis dan memberikan informasi bahwa cangkang kerang hijau dapat di sintesis menjadi hidroksiapatit berpori dengan memanfaatkan selulosa *nata de coco*.

3. Bagi Masyarakat

Dengan adanya penelitian ini masyarakat tidak perlu khawatir dengan penumpukan limbah cangkang kerang hijau.

4. Bagi Negara dan Dunia

Dengan adanya penelitian ini tersedianya implan tulang yang *biocompatible* dan *biodegradable* dengan harga yang terjangkau.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerang Hijau

Kerang hijau merupakan organisme yang termasuk golongan biota yang bertubuh lunak (mollusca), bercangkang dua (bivalvia), insang berlapis (lamellibranchiata), berkaki lapak (pelecypoda) dan hidup dilaut (Asikin, 1982). Cangkang pada kerang hijau tersusun atas kalsium karbonat, kalsium fosfat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Ca_3S , dan kalsium aktif (Gregoire C, 1972). Kalsium fosfat bisa dijadikan kristal dan membentuk hidroksiapatit yang dapat di implantasikan karena memiliki sifat bioaktif dan osteokanduktif yang bermanfaat pada mineralisasi tulang.

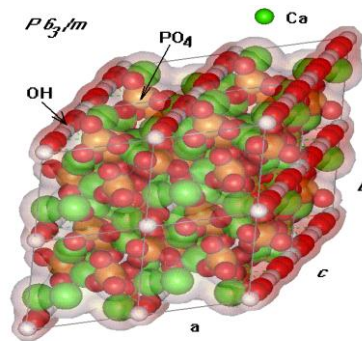


Gambar 1 Cangkang Kerang Hijau

2.2 Hidroksiapatit

Hidroksiapatit (HA) adalah suatu senyawa kalsium fosfat yang mengandung hidroksida yang memiliki struktur kristal berbentuk heksagonal sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. HA merupakan salah satu jenis mineral apatit dengan struktur kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Earl, JS. dkk, 2006). Struktur kimia tersebut mirip dengan struktur kimia yang dimiliki komponen penyusun tulang. Kesamaan struktur

itulah yang membuat HA mampu menggantikan jaringan tulang yang rusak tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan tulang lain yang sehat. HA secara umum digunakan untuk memperbaiki, mengisi, dan membangun kembali jaringan-jaringan tulang yang telah rusak. Bentuk HA yang paling cocok digunakan untuk proses implan tulang adalah yang memiliki pori. Struktur pori HA yang sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan untuk media pertumbuhan sel yang baru dapat mempercepat proses pertumbuhan sel tersebut. Oleh karena itu, HA berpori dapat meningkatkan regenerasi tulang dengan baik (Pane MS, 2004). Selain itu, HA berpori berfungsi sebagai material pengisi patah tulang (Sopyan I, dkk, 2007)



Gambar 2 Struktur Kristal HA ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)

2.3 Selulosa *Nata de coco*

Selulosa bakteri merupakan produk metabolit primer yang diproduksi oleh bakteri penghasil selulosa dari spesies *Aerobacter*, *Achromobacter*, *azotobacter*, *Alcaligenes*, dan *Acetobacter*. sifat-sifat selulosa bakteri yang memiliki struktur porositas dengan ukuran diameter 70-80 nm, derajat kristalinitasnya cukup tinggi yaitu 60-80%, dan kekuatan mekanik yang besar serta modulus elastisitas yang tinggi dan bentuk yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan (Jonas, R., & Farah L, 1998). Keunikan ini menjadikan selulosa bakteri sangat potensial untuk digunakan sebagai material implan dalam bidang kedokteran (Czaja, W.K., dkk, 2007). Di Indonesia selulosa bakteri banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau biasa dikenal dengan sebutan *Nata de coco*. *Nata de coco* adalah selulosa bakteri yang dibuat

dengan membiakkan bakteri *A.xylinum* dalam medium pertumbuhan yang terbuat dari air kelapa.

BAB III METODE PENDEKATAN

A. Kalsinasi Cangkang Kerang Hijau

Proses perlakuan cangkang kerang hijau meliputi pembersihan, pengeringan dan kalsinasi. Perlakuan diawali dengan pembersihan cangkang kerang dari kotoran makro kemudian dikeringkan di udara terbuka. Kalsinasi pada cangkang kerang dilakukan dengan *furnace* pada suhu 1000 °C selama 5 jam dengan kenaikan suhu 5 °C/menit. Serbuk yang dihasilkan dari proses kalsinasi dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui fasa yang terbentuk.

B. Sintesis HA dengan Metode Wise drop

Serbuk CaO yang dihasilkan dari kalsinasi diambil sebanyak 3.56 gram, kemudian dibuat suspensi dengan menambahkan 80 ml aquades dan ditempatkan pada tabung erlenmeyer. Selanjutnya $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ sebanyak 4.75 gram dilarutkan dalam 120 ml aquades pada labu takar. Kedua larutan dicampurkan dengan cara larutan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ diteteskan secara perlahan-lahan melalui selang suntik ke dalam suspensi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ selama 1.5 jam dibarengi dengan pengadukan. Kemudian dihomogenisasi dengan kecepatan 300 rpm selama 1 jam. Larutan *diaging* selama *overnight* pada suhu kamar. Endapan yang diperoleh disaring menggunakan kertas saring dan alat vakum. Kemudian dikeringkan pada suhu 110 °C selama 1 jam, kemudian dilanjutkan sintering dengan suhu tinggi untuk membentuk hidroksiapatit pada suhu 900 °C dengan laju kenaikan suhu sebesar 5 °C permenit dan waktu penahanan selama 5 jam.

C. Sintesis HA Berpori dengan Matriks Selulosa Bakteri *Nata de coco* dengan Metode Perendaman

Sintesis HA berpori dengan matriks selulosa bakteri *nata de coco* dibuat dengan metode perendaman. Sebanyak 1 gram HA dibuat suspensi dalam 30 ml aquades. Selanjutnya suspensi HA diultrasonikasi sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Pelikel selulosa *nata de coco* dimasukkan ke dalam suspensi HA yang telah diultrasonikasi. Perendaman pelikel selulosa *nata de coco* dilakukan selama *overnight* sambil tetap diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. HA yang telah terdekomposisi pada selulosa *nata de coco* kemudian dikeringkan di dalam inkubator. Hasil yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan XRD.

D. Karakterisasi XRD, FTIR dan SEM-EDX

Karakterisasi XRD dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi fasa yang terbentuk, parameter kisi, dan derajat kristalinitas sampel baik HA maupun komposit HA/selulosa. Karakterisasi XRD ini dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (Puslitbanghut) Bogor. Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengahui kandungan gugus fungsi dari HA dan dilakukan di Laboratorium Analisis Bahan Departemen Fisika FMIPA IPB. Karakterisasi SEM-EDX dilakukan untuk mengetahui morfologi dan struktur porositas komposit HA/selulosa yang telah dibuat dan dilakukan di Sentra Teknologi Polimer (STP) Serpong.

BAB IV PELAKSANAAN PROGRAM

A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini di lakukan dari bulan oktober 2013 hingga juli 2014 bertempat di laboratorium Biofisika Material Departemen Fisika IPB untuk proses sintesis HA dan komposit HA/selulosa, laboratorium Analisis Bahan Departemen Fisika IPB untuk proses karakterisasi FTIR, Litbanghut untuk proses karakterisasi XRD dan BATAN Serpong untuk karakterisasi SEM-EDX.

B. Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan Penelitian	Bulan ke- (Oktober 2013 – Juli 2014)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Telaah pustaka dan konsultasi pada pembimbing	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pembuatan proposal	■										
Persiapan alat dan bahan						■	■	■	■		
Kalsinasi cangkang kerang hijau					■						
Karakterisasi serbuk cangkang kerang (XRD)					■						
Sintesis HA						■					
Karakterisasi HA (XRD dan FTIR)						■	■				
Pemurnian <i>nata de coco</i>						■					
Sintesis komposit HA/selulosa						■					
Karakterisasi komposit HA/selulosa (XRD)							■				
Monev internal IPB I							■				
Karakterisasi komposit HA/selulosa (SEM-EDX)									■		
Monev internal IPB II									■		
Monev eksternal Dikti										■	
Penyusunan Laporan akhir									■	■	

C. Instrumen Pelaksanaan

▪ Bahan

Cangkang kerang hijau, aquades, selulosa bakteri *nata de coco*, asam asetat, NaOH, dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

- **Alat**

Mortar, tabung erlenmeyer, labu ukur, selang suntik, *crucible*, corong, kertas saring, *furnace*, neraca analitik, *magnetic stirrer*, plat kultur 48-well, pengaduk, *X-ray diffraction* (XRD), *scanning electron microscopy* (SEM), *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) dan *Freeze Dryer*.

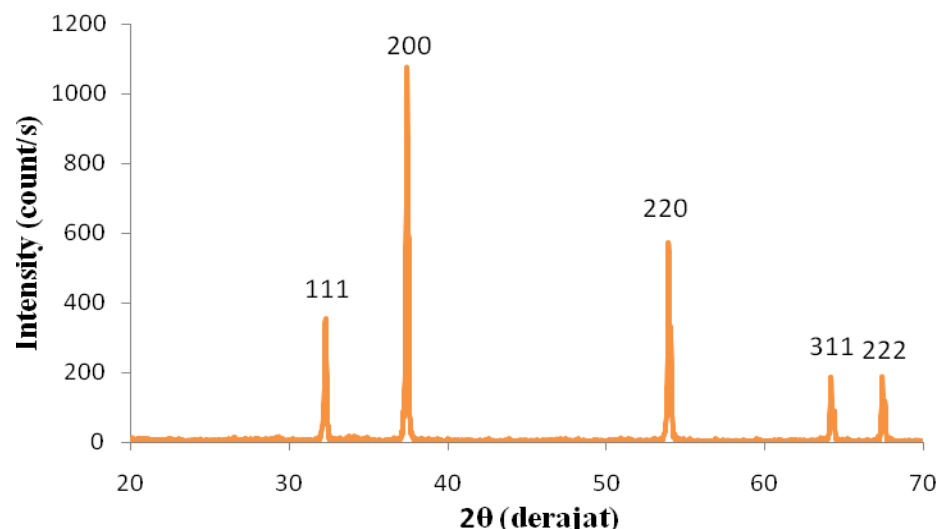
D. Rekapitulasi Rancangan dan Realisasi

Rekapitulasi Rancangan			Realisasi Biaya	
No.	Material	Jumlah (Rp)	Material	Jumlah (Rp)
1.	Peralatan Penunjang (Botol aquades, <i>crucible</i> , selang suntik, suntikan skala ml, sewa Lab Biomaterial, sewa <i>furnace</i> , XRD, FTIR, SEM)	3.940.000	Peralatan Penunjang (<i>crucible</i> , <i>flashdisk</i> , labu takar, sewa Lab Biomaterial, XRD, FTIR, SEM)	3.891.000
2.	Bahan Habis Pakai (Etanol 96%, H ₃ PO ₄ , NaOH, kerang hijau, botol sampel, aquades, kertas saring, alumunium foil, <i>tissue</i> , <i>nata de coco</i> , kain lap, kertas label)	318.000	Bahan Habis Pakai (Asam asetat, (NaH ₄) ₂ HPO ₄ , NaOH, kerang hijau, aquades, kertas saring, <i>tissue</i> , <i>nata de coco</i> , silet)	1.101.000
3.	Perjalanan (Penyediaan bahan dan alat, karakterisasi ke BATAN Bandung, pengambilan sampel yang telah dikarakterisasi ke BATAN Bandung)	2.100.000	Perjalanan (Penyediaan bahan dan alat, karakterisasi SEM ke STP Serpong, XRD ke Puslitbanghut Bogor, dan konsumsi)	769.000
4.	Lainnya (proposal, materai, laporan evaluasi, laporan akhir, poster PIMNAS, perijinan menggunakan laboratorium, publikasi jurnal ilmiah, penelusuran literatur, komunikasi, dokumentasi)	1.840.000	Lainnya (proposal, materai, laporan evaluasi, laporan akhir, poster PIMNAS, perijinan menggunakan laboratorium, publikasi jurnal ilmiah, cendera mata, jaket PKM penelusuran literatur, komunikasi)	2.500.800
Total (Rp)		8.798.000	Total (Rp)	8.261.800

BAB V HASIL YANG DICAPAI

A. Hasil kalsinasi cangkang kerang hijau

Kalsinasi cangkang kerang hijau merupakan tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini. Kalsinasi yang telah dilakukan pada suhu 1000 °C laju kenaikan suhu sebesar 5 °C permenit dan waktu penahanan selama 5 jam tersebut menghasilkan serbuk putih dengan fasa kalsium oksida (CaO) sebagaimana ditunjukkan oleh hasil karakterisasi XRD pada Gambar 3. Perlakuan panas dengan suhu 1000 °C telah menghilangkan senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam cangkang kerang hijau dan mengurai kandungan kalsium karbonat (CaCO₃) menjadi kalsium oksida sebagaimana persamaan reaksi di bawah ini :



Gambar 3 pola XRD hasil kalsinasi cangkang kerang hijau pada suhu 1000 °C selama 5 jam.

Pola difraksi sinar-x pada Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa serbuk hasil kalsinasi cangkang kerang hijau memiliki fasa CaO, sebagaimana ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak intensitas pada sudut 2θ 32.2°, 37.46°, 53.94°, 64.2°, dan 67.42° yang merupakan sudut 2θ fasa CaO berdasarkan data JCPDS No. 37-1497.

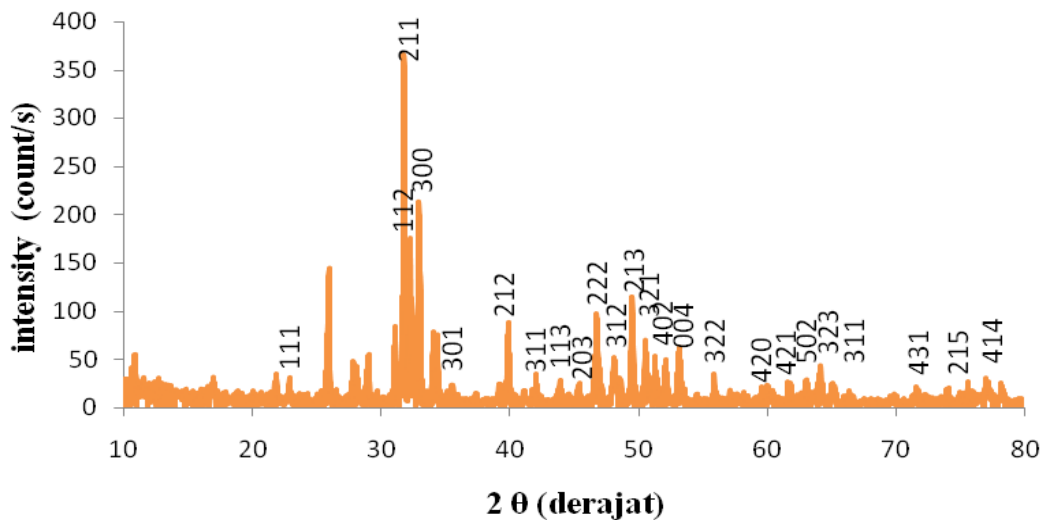
B. Hasil sintesis hidroksiapatit (HA)

Sintesis HA dilakukan dengan mereaksikan CaO hasil kalsinasi cangkang kerang hijau dengan fosfat yang berasal dari $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Metode yang digunakan yaitu presipitasi *wise drop* dengan perbandingan konsentrasi antara kalsium dan posfor (Ca/P) adalah 1,67. Massa dan nilai efisiensi HA dapat dilihat pada Tabel 1, dimana terjadi pengurangan massa hasil sintering dikarenakan hilangnya kandungan air saat proses sintering.

Tabel 1 Massa CaO dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ yang digunakan pada presipitasi serta hasil yang diperoleh beserta efisiensinya

Massa CaO (gram)	Massa $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (gram)	Massa hasil sintering (gram)	Efisiensi (%)
3.56	4.78	5.63	67.50

Serbuk yang dihasilkan setelah sintering kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD dan FTIR untuk mengetahui fasa yang terbentuk, derajat kristalinitas, parameter kisi dan gugus fungsi senyawa yang terbentuk. Pola XRD yang dihasilkan ditunjukkan oleh Gambar 4, sedangkan spektrum FTIR ditunjukkan oleh Gambar 3.

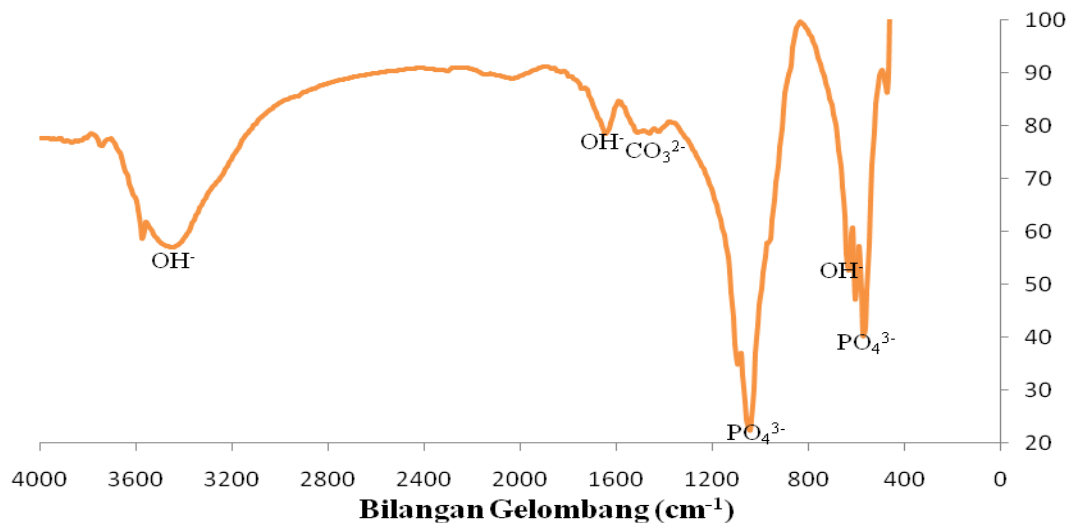


Gambar 4 Pola XRD sampel hasil sintesis HA dari cangkang kerang hijau

Pola XRD yang dihasilkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa fasa sampel didominasi oleh fasa HA sebagaimana data JCPDS No. 09-0432. Karakter HA pada pola XRD ditunjukkan oleh adanya tiga puncak intensitas yang tinggi di sekitar sudut $2\theta = 31.77^\circ$ hingga 32.90° . Parameter kisi HA berdasarkan data JCPDS adalah $a = b = 9.418 \text{ \AA}$ dan $c = 6.884 \text{ \AA}$. Kristalinitas didefinisikan sebagai tingkat keteraturan atom penyusun suatu bahan. Semakin teratur susunan atom dalam bahan, semakin tinggi tingkat kristalinitasnya. Parameter kisi HA dihitung menggunakan metode Cohen untuk struktur kristal heksagonal dan derajat kristalinitas dihitung dengan membandingkan luas fasa kristalin dengan penjumlahan luas fasa kristalin dan luas fasa amorfnya. Hasil perhitungan parameter kisi dan derajat kristalinitas berdasarkan data hasil karakterisasi XRD disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 hasil perhitungan parameter kisi dan derajat kristalinitas sampel

Parameter Kisi				Derajat Kristalinitas (%)
a (\AA)	Ketepatan (%)	c (\AA)	Ketepatan (%)	
9.488	99.25	6.927	99.37	83.04

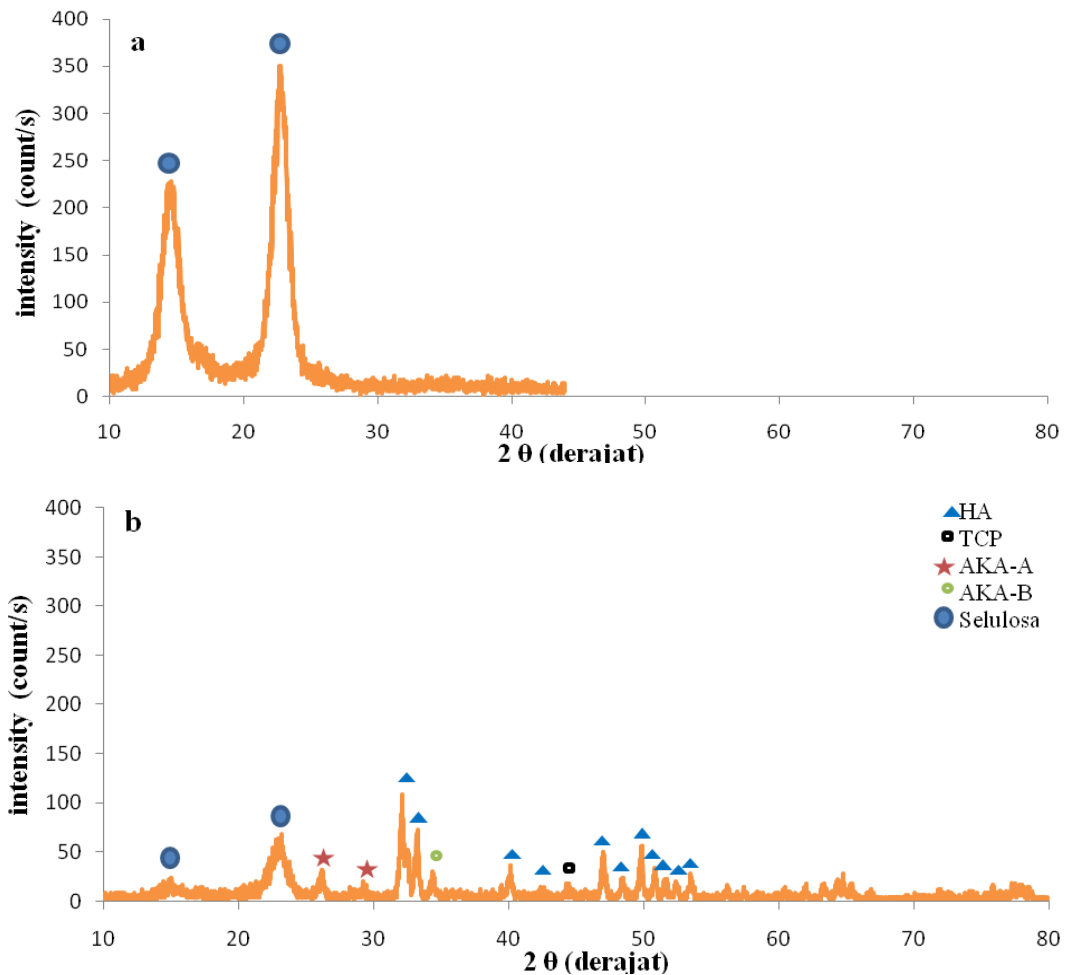


Gambar 5 Spektrum FTIR sampel hasil sintesis HA dari cangkang kerang hijau

berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 5 menunjukkan bahwa senyawa sampel yang dihasilkan tersusun atas gugus hidroksil (OH^-), gugus fosfat (PO_4^{3-}), dan gugus karbonat (CO_3^{2-}). Gugus OH^- berada pada daerah serapan bilangan gelombang 3417.61 dan 601.75 cm^{-1} , gugus PO_4^{3-} berada pada bilangan gelombang 570.89, 594.03, dan 1033.76 cm^{-1} , sedangkan CO_3^{2-} pada daerah serapan bilangan gelombang 1404.75 cm^{-1} . Keberadaan gugus PO_4^{3-} menyatakan terbentuknya fasa apatit di dalam sampel. Gugus OH^- yang melebar pada daerah sekitar 3400 cm^{-1} dan 600-660 cm^{-1} merupakan karakteristik HA. Teridentifikasinya gugus CO_3^{2-} mengindikasikan bahwa sampel yang dihasilkan mengandung senyawa apatit karbonat.

C. Hasil sintesis Komposit HA/selulosa

Penelitian komposit HA/selulosa bakteri yang dilakukan oleh Zimmermann, et al. pada tahun 2011 melaporkan bahwa komposit HA/selulosa bakteri dapat meningkatkan aktifitas enzim *Alkaline Phosphate* (ALP) yang berperan pada proses regenerasi tulang dan berpotensi besar untuk aplikasi *graft* tulang (Nurlidar, 2012). Selulosa bakteri merupakan selulosa murni yang dihasilkan oleh aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*, berbentuk hidrogel bersifat elastis, dapat terbiodegradasi dan memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Pada penelitian ini selulosa bakteri yang digunakan berasal dari *nata de coco* yang diperdagangkan dalam kemasan sehingga harus dimurnikan terlebih dahulu dari kandungan gula dan asam sebelum digunakan. Selulosa bakteri *nata de coco* yang telah dimurnikan kemudian direndam dalam suspensi HA. Perendaman dilakukan sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama *over night*, selanjutnya diinkubasi untuk menghilangkan kandungan airnya. Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui fasa selulosa *nata de coco* dan fasa komposit HA/selulosa yang dihasilkan. Pola XRD hasil karakterisasi ditunjukkan oleh Gambar 6.

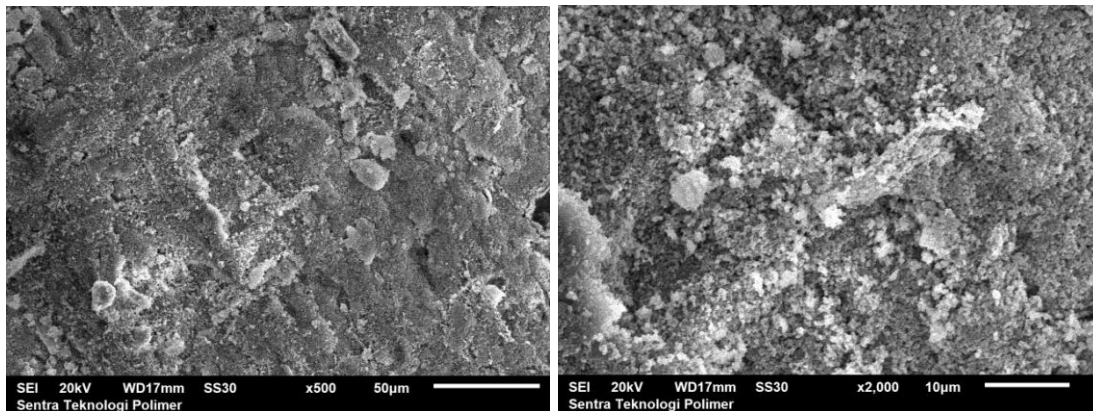


Gambar 6 Pola XRD sampel yang dihasilkan : (a) Selulosa bakteri *nata de coco*, (b) komposit HA/selulosa

Hasil analisis XRD pada selulosa bakteri kontrol menunjukkan terdapat dua puncak dengan intensitas tertinggi yaitu pada sudut $2\theta = 14,82^\circ$ dan $23,18^\circ$ yang merupakan puncak khas dari selulosa bakteri (Huang, H. 2011) dan memiliki derajat kristalinitas selulosa bakteri kontrol yaitu sebesar 85.49%. Pada Gambar 4b yaitu komposit HA/selulosa menunjukkan puncak fasa selulosa muncul pada sudut $2\theta = 14,60^\circ$ dan $22,68^\circ$, sedangkan fasa HA muncul pada puncak-puncak khas HA berdasarkan data JCPDS yaitu pada sudut $2\theta = 29,2^\circ$, $32,12^\circ$, dan $33,18^\circ$. Masih terdapat apatit karbonat tipe A (AKA), apatit karbonat tipe B (AKB) dan *tricalcium phosphate* (TCP) pada sudut $2\theta = 26,14^\circ$, $33,36^\circ$, dan $47,06^\circ$. Keberadaan TCP dan

senyawa karbonat dalam HA dapat meningkatkan sifat biokompatibel dan bioaktif karena di dalam tulang juga terdapat senyawa karbonat serta dapat pula meningkatkan sifat biodegradasi sehingga akan lebih cepat terserap selama *remodelling* tulang (Utami S. 2009). Penurunan intensitas pola XRD selulosa bakteri secara signifikan di sekitar sudut $2\theta = 14.60^\circ$ dan 22.68° yang merupakan puncak intensitas yang khas dari selulosa bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan derajat kristalinitas selulosa bakteri setelah direaksikan dengan HA. Berdasarkan data XRD pada Gambar 4 di atas derajat kristalinitas yang dihasilkan yaitu sebesar 62.23%. Penurunan derajat kristalinitas pada komposit HA/selulosa menunjukkan bahwa HA terikat dan terdeposisi pada selulosa bakteri. Derajat kristalinitas yang lebih rendah memungkinkan komposit HA/selulosa akan mudah untuk terabsorpsi di dalam tubuh.

Analisis morfologi sekaligus mengidentifikasi bobot kandungan unsur sampel komposit HA/selulosa *nata de coco* yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX. Gambar 7 menunjukkan hasil analisis menggunakan SEM dengan perbesaran 500x dan 2000x. Gambar tersebut memperlihatkan bagaimana sebaran HA terdeposisi pada selulosa *nata de coco*. Sebaran lebih jelasnya ditunjukkan pada tabel 3 hasil analisis EDX dari dua spot sampel menunjukkan kandungan unsur sampel menyebar hampir merata.



Gambar 7 Mikrograf SEM komposit HA/selulosa bakteri perbesaran 500x dan 2000x

Tabel 3 Kandungan unsur komposit HA/selulosa hasil analisis EDX

Sampel	Unsur	Massa (%)	
		<i>Spot 1</i>	<i>Spot 2</i>
HA/selulosa bakteri	C	5.57	6.52
	O	42.61	46.38
	P	17.18	15.79
	Ca	34.64	31.31

Komposit HA/selulosa *nata de coco* yang dihasilkan berdasarkan Gambar 7 dengan perbesaran 2000x menunjukkan adanya pori-pori yang berukuran kecil. Hal ini disebabkan karena selulosa memiliki struktur nanoporositas. Struktur nanopori terbukti dapat meningkatkan proliferasi dan adhesi sel (Ramli Rozita A. 2011). Berdasarkan Tabel 3 perbandingan Ca/P dari komposit HA/selulosa yang dihasilkan diperoleh sebesar 1.6.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Kalsinasi cangkang kerang hijau pada suhu 1000 °C selama 5 jam menghasilkan CaO sebagaimana hasil karakterisasi menggunakan XRD. Sintesis hidroksiapatit CaO dari cangkang kerang hijau dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dengan metode presipitasi *wise drop* dan sintering dengan suhu 900 °C menghasilkan serbuk kalsium fosfat yang didominasi oleh fasa HA dengan derajat kristalinitas sebesar 83.04%. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa HA yang dihasilkan tersusun atas gugus OH⁻, gugus PO_4^{3-} , dan gugus CO_3^{2-} . Pendekomposisian HA pada selulosa bakteri menurunkan derajat kristalinitas sampel yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis SEM terlihat bahwa HA terdekomposisi menyelimuti seluruh permukaan dari selulosa bakteri.

B. Saran

Untuk mengetahui ukuran pori yang terbentuk pada komposit, kami menyarankan pada saat karakterisasi menggunakan SEM dilakukan dengan perbesaran yang lebih besar.

BAB VII DAFTAR PUSTAKA

- Asikin. 1982. *Kerang Hijau*. Jakarta : PT. Penebar Swadaya
- Czaja WK, Young DJ, Kawec M. 2007. Reviews: The Future Prospects of Microbial Cellulose in Biomedical Applications. *J. Biomacromolecules Vol.8, No.1*.
- Dahotre NB, Paital SR. 2008. Calcium Phosphate Coatings for Bioimplant Applications: Materials, Performance Factors and Methodologies. *Journal of Materials Science and Engineering, R 66, 1–70*.
- Earl JS, Wood DJ, Mine SJ. 2006. Hydrothermal Synthesis of Hydroxyapatite. *Journal of Physics: Conference Series 26 (2006) 268-271*. Institute of Physics Publishing, 2006, hal 1.
- Gregoire C. 1972. *Structure of Mollusca Shell*. Di dalam: *Florkin M, Scheer BT, editor. Chemical Zoology Mollusca*. Volume VII. New York: Academic Press. Hlm 45-102.
- Indonesia, Sains. 2012. *Pabrik Mini Siap Produksi Implan Tulang*. [terhubung berkala]. <http://www.sainsindonesia.co.id> [12 April 2013]
- Jonas R, Farah L. 1998. *Production and Application of microbial Cellulose*. Polym. DEgrad. Sabil., 59, 101-106
- Lusiana. 2010. *Analisa Laju Korosi dengan Penambahan Unsur Modifikasi Molibdenum dan Niobium terhadap Material Biokompatibel TI6AL dalam Larutan Darah Sintesis*. [Tesis]. Depok: Universitas Indonesia.
- Muntamah. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Cangkang Kerang Darah (Andara Granosa, sp)*. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pane MS. 2004. *Penggunaan hidroksiapatit sebagai bahan dental implan* [skripsi]. Medan: Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatra Utara.
- Rajabi AH, Behnamghader A, Kazamzadeh A, Moztafzadeh F. 2007. Synthesis and Characerizations of Nanocrystalline Hydroxyapatite Powder Via Sol Gel Method. *Springerlink: Biomed 06, IFMBE Proceedings 15, pp. 149 – 151, 2007, hal. 1*.

Rivera-Muñoz EM. 2011. *Biomedical Engineering-Frontiers and Challenges: Chapter 4: Hydroxyapatite-Based Materials: Synthesis and Characterization*. Croatia: InTech.

Sopyan I, Mel M, Ramesh S, Khalid KA. 2007. Porous hidroxyapatite for artificial bone application. *J. Scie Technol Adva Mat* 8: 116-123.

LAMPIRAN

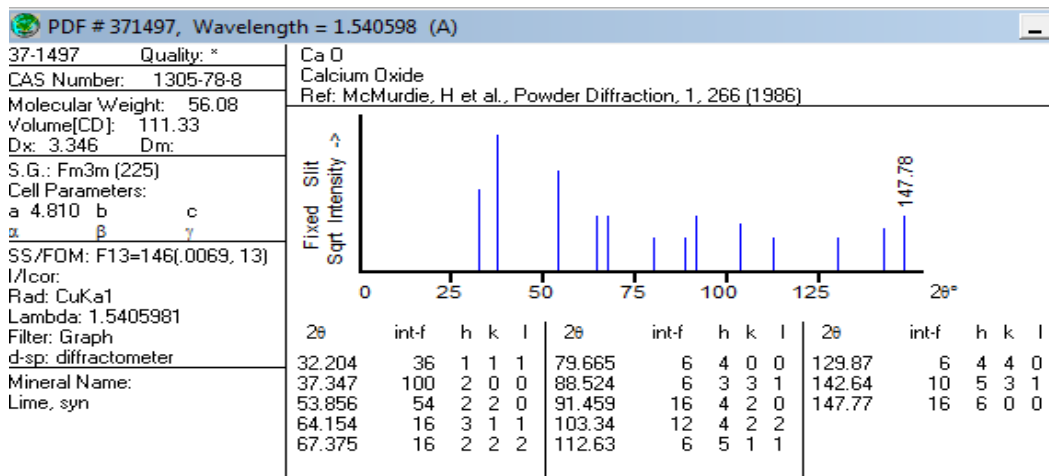
1. Laporan Keuangan

Hari/tanggal	Unit	Jumlah	Harga/Unit (Rp.)	Total (Rp.)
Selasa/8-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	7.700
Kamis/10-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	3.000
Rabu/16-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	7.600
	Materai	2 buah	7.000	14.000
Jumat/18-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	11.500
	Materai	1 buah	7.000	7.000
Minggu/20-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	3.000
Rabu/23-10-2013	<i>print</i> proposal	-	150	7.000
Rabu/12-2-2014	labu takar 100 ml	1 buah	160.000	160.000
	<i>Cruisable</i>	4 buah	15.000	60.000
Rabu/19-2-2014	<i>print</i>	-	150	12.500
Senin/24-2-2014	asam asetat	1 liter	40.000	40.000
	NaOH	1 liter	40.000	40.000
	kertas saring	1 lembar	10.000	10.000
Selasa/25-2-2014	pen 4 warna	2 buah	4.500	9.000
	nota kontan 3 <i>ply</i>	1 buah	2.500	2.500
	buku Q 1W	2 buah	8.000	16.000
	<i>nata de coco</i>	1 <i>cup</i>	2.500	2.500
	nice new (tisu)	1 rol	3.900	3.900
Jumat/28-2-2014	kerang hijau	2 kg	10.000	20.000
	transportasi	2 orang	50.000	100.000
Senin/3-3-2014	Aquades	20 liter	1.000	20.000
	pembayaran laboran	4 hari	100.000	400.000
Rabu/5-3-2014	<i>nata de coco</i>	2 <i>cup</i>	2.600	5.200
	nice new (tisu)	1 rol	3.900	3.900
Kamis/6-3-2014	silet <i>tiger</i>	1 kotak	3.500	3.500
	nice new (tisu)	2 rol	2.000	4.000
Sabtu/8-3-2014	transportasi	2 orang	50.000	100.000
	(NH ₄) ₂ HPO ₄	500 gram	948.000	948.000
Senin/10-3-2014	komsumsi	3 orang		34.000
Kamis/20-3-2014	komsumsi	3 orang		55.000
Jumat/21-3-2014	transportasi (litbanghut)	2 orang	50.000	100.000
	komunikasi	3 orang	200.000	600.000
Sabtu/22-3-2014	<i>Flashdisk</i>	1 buah	170.000	70.000
Selasa/25-3-2014	karakterisasi XRD	5 sampel	175.000	875.000
Rabu/26-3-2014	transportasi (batan)	2 orang	75.000	150.000
Kamis/27-3-2014	transportasi (batan)	2 orang	75.000	150.000
Kamis/3-4-2014	Karakterisasi SEM	4 sampel	400.000	1.566.000
Rabu/23-7-2014	Karakterisasi FTIR	4 sampel	200.000	760.000
Kamis/24-7-2014	Konsumsi	3 orang		80.000

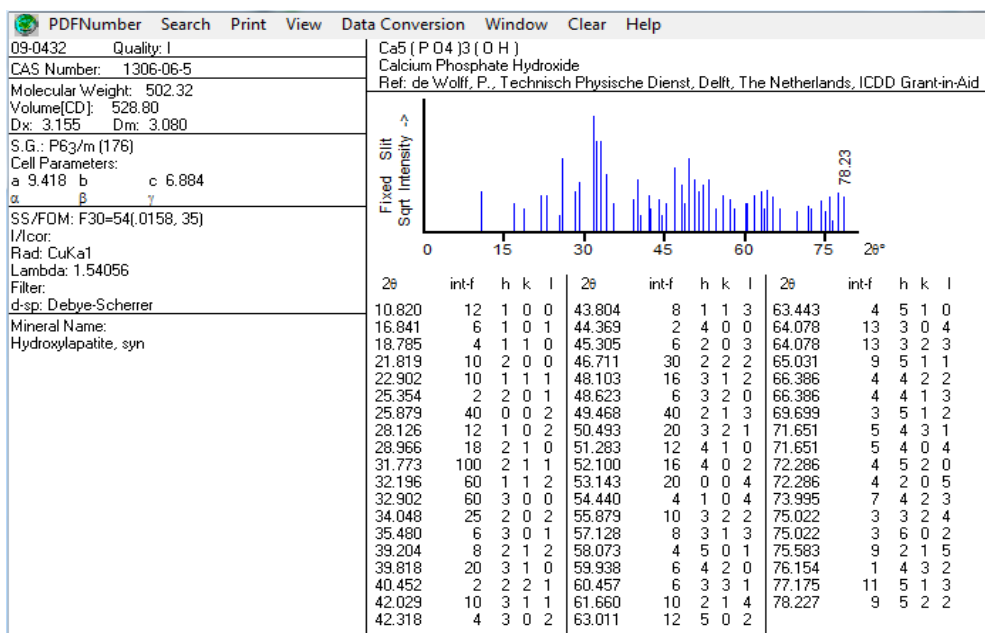
	Pembuatan Jacket	3 orang	150.000	450.000
	Cendera mata			300.000
	Poster			350.000
Minggu/ 27-7-2014	Laporan akhir			200.000
	Publikasi ilmiah		500.000	500.000
Total (Rp)				8.261.800

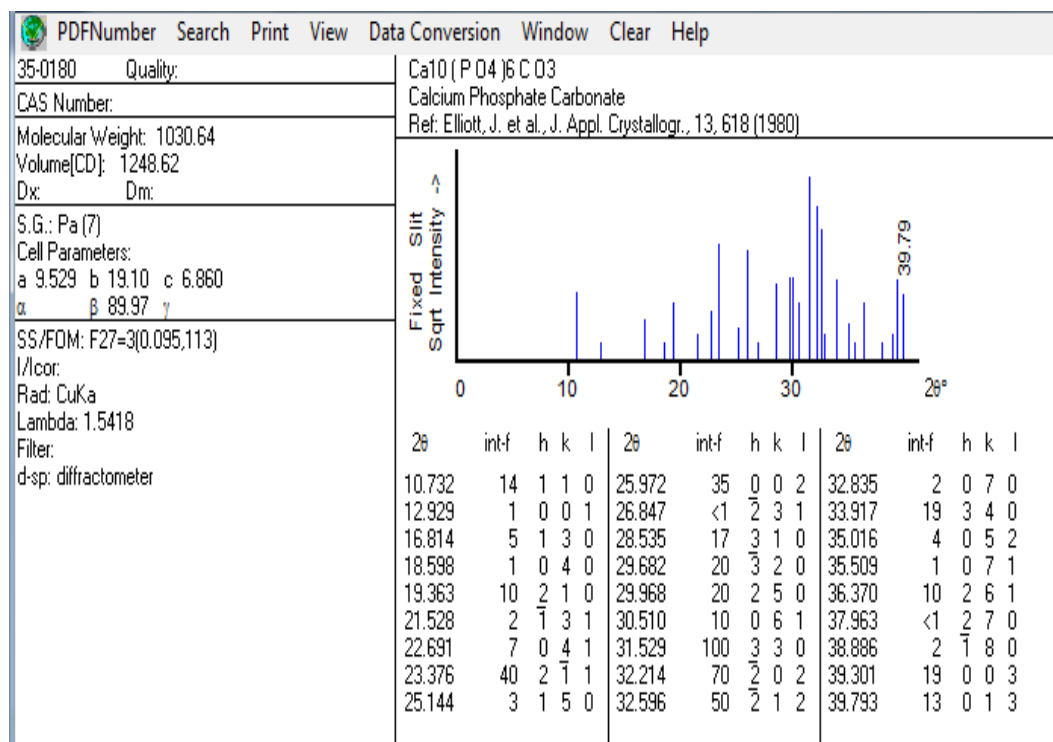
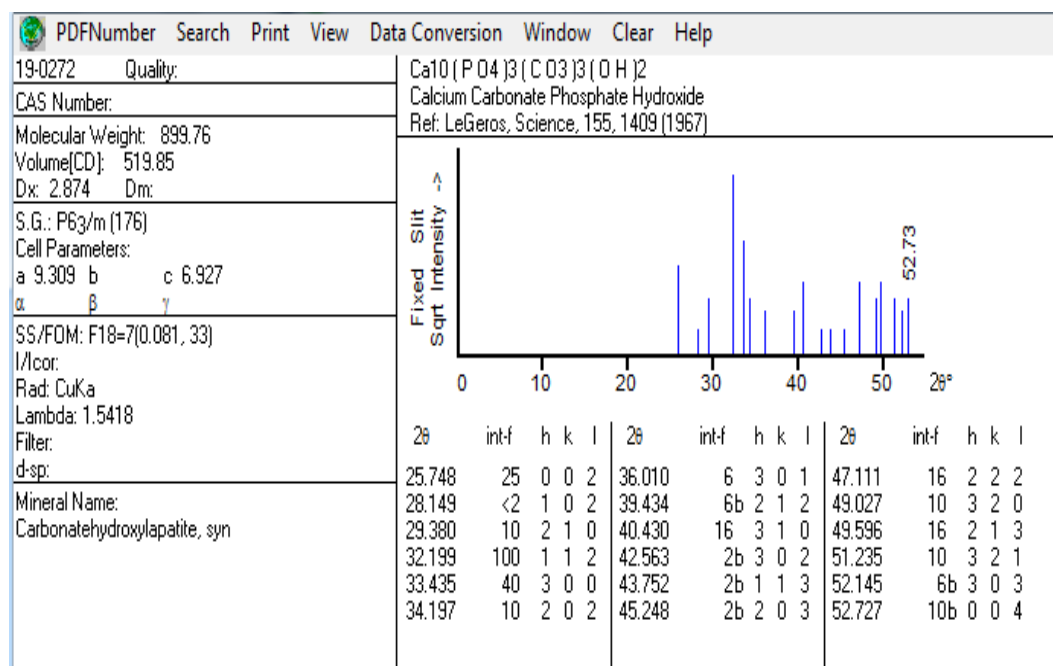
2. Database JCPDS

a. Calcium Oxide (CaO)



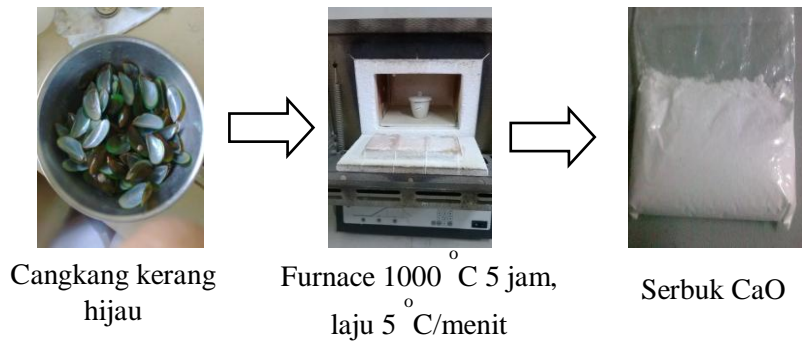
b. Calcium Phosphate Hydroxide (HA)



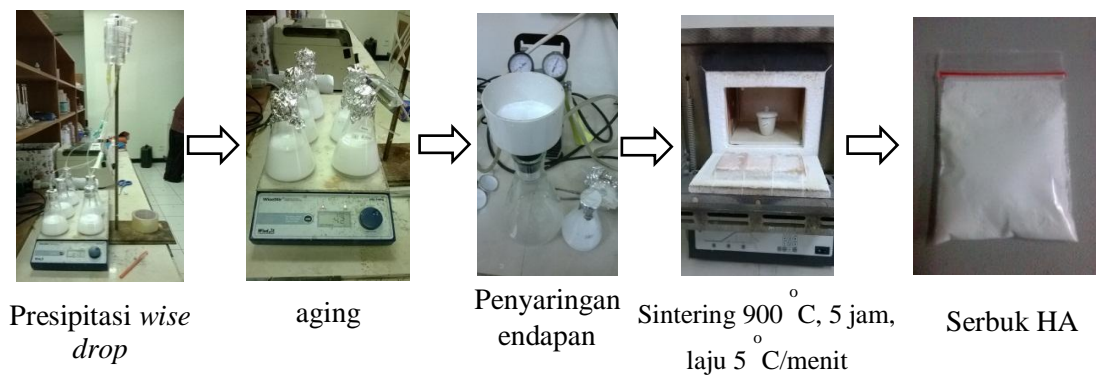
c. *Calcium Phosphate Carbonate (AKA)*d. *Calcium Carbonate Phosphate Hydroxide (AKB)*

3. PROSEDUR PENELITIAN

a. Kalsinasi Cangkang Kerang Hijau



b. Presipitasi Wise Drop



c. Perendaman Nata De Coco dalam Suspensi HA

