

**PENGARUH PERBANDINGAN MOLAR Ca/P TERHADAP  
PREKURSOR YANG BERBEDA DALAM PEMBUATAN  
KALSIUM FOSFAT DAN APLIKASINYA  
UNTUK LAPISAN TIPIS**

**Tesis**

**VENI DAYU PUTRI  
0921207001**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS  
2011**

**Pengaruh Perbandingan Molar Ca/P Terhadap Prekursor  
yang Berbeda dalam Pembuatan Kalsium Fosfat  
dan Aplikasinya untuk Lapisan Tipis**

Oleh: Veni Dayu Putri

(di bawah bimbingan Prof. Dr. Syukri Arief dan Prof. Dr. Novesar Jamarun)

**RINGKASAN**

Material bioaktif adalah material yang biasa digunakan untuk memperbaiki dan merekonstruksi bagian tubuh manusia. Keuntungan material seperti ini lebih stabil sebagai bahan implant dan lebih tahan lama. Material bioaktif relatif tidak sekuat bahan implan yang sudah umum digunakan seperti metal dan material keramik lain seperti alumina dan zirconia. Untuk itu material bioaktif biasanya digunakan sebagai pelapis substrat tergantung kekuatan dan kekerasan substrat.

Senyawa kalsium fosfat merupakan fasa anorganik utama dari jaringan keras manusia seperti tulang dan gigi yang bersifat bioaktif dan dapat dengan cepat berintegrasi ke dalam tubuh manusia. Kalsium fosfat memiliki rumus molekul  $Ca_{10-x}(HPO_4)_x(PO_4)_{6-x}(OH)_{2-x}$ , dengan  $0 \leq x < 2$ .

*Hydroxyapatite (HAP)* dan *Calcium Pyrophosphat (CPP)* merupakan senyawa kalsium fosfat yang mempunyai kegunaan yang sangat menarik pada pembedahan tulang dan gigi. Penggunaan ini bertujuan karena senyawa ini bisa menghambat afinitas biologi dan aktifitas yang mencakup sejumlah besar jaringan ketika proses pembedahan tulang atau gigi tersebut. Selain itu senyawa kalsium fosfat secara luas digunakan dalam obat-obatan dan juga bisa sebagai bioaktif dan bioresorbable pada material.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Material bioaktif adalah material yang biasa digunakan untuk memperbaiki dan merekonstruksi bagian tubuh manusia. Berbeda dengan material bio pada umumnya yang merupakan material inert karena hampir tidak bereaksi dengan jaringan tubuh, material bioaktif mempunyai kemampuan untuk terikat secara langsung dengan tulang. Keuntungan material seperti ini lebih stabil sebagai bahan implant dan lebih tahan lama (Vallet, R. M *et al.*, 2002 ; Carter, B. M *et al.*, 2007). Senyawa kalsium fosfat merupakan fasa anorganik utama dari jaringan keras manusia seperti tulang dan gigi yang bersifat bioaktif dan dapat dengan cepat berintegrasi ke dalam tubuh manusia. Kalsium fosfat dikenal juga dengan istilah "apatite", memiliki rumus molekul  $Ca_{10-x}(HPO_4)_x(PO_4)_{6-x}(OH)_{2-x}$ , dengan  $0 \leq x < 2$ .

*Hydroxyapatite* (HAP) dan *Calcium Pyrophosphat* (CPP) merupakan senyawa kalsium fosfat yang mempunyai kegunaan yang sangat menarik pada pembedahan tulang dan gigi. Penggunaan ini bertujuan karena senyawa ini bisa menghambat afinitas biologi dan aktifitas yang mencakup sejumlah besar jaringan ketika proses pembedahan tulang atau gigi tersebut. Selain itu kalsium fosfat secara luas digunakan dalam obat-obatan dan juga bisa sebagai bioaktif dan bioresorbable pada material.

Pada umumnya sintesa partikel apatite menggunakan metode reaksi fase padat yang merupakan proses yang relatif sulit untuk menghasilkan material

dengan komposisi yang homogen dan ukuran yang seragam. Disamping itu, metode ini membutuhkan reaksi pada suhu tinggi lebih dari  $1000^{\circ}\text{C}$  dan waktu reaksi yang lama (Kottaisany, M *et al.*, 1994). Selain itu, produk dari metode fase padat ini masih membutuhkan proses lanjutan untuk memperkecil ukuran hingga skala mikrometer seperti *ball mill* atau *grinding*. Proses memperkecil ukuran ini biasanya menyebabkan permukaan partikel mengalami kerusakan yang akan mengurangi kualitas produk. Metode lain untuk memproduksi partikel *apatite* adalah metode proses *liquid* diantaranya metode sol-gel dan metode pengendapan (Liou, S. C *et al.*, 2002).

Dari penelitian terdahulu telah banyak dilakukan sintesis powder HAP dengan metoda larutan-cair seperti pengendapan (Morales, J.Gomes *et al.*, 2000) dan hydrothermal. Untuk aplikasi bidang medis, seperti pada pelapisan tulang dan gigi pembuatan lapisan tipis kalsium fosfat dapat menjadi suatu hal yang menarik untuk dipelajari dengan teknik pelapisan *dip-coating*. Selain *dip-coating*, *spray drying* juga merupakan teknik pelapisan yang dapat digunakan untuk menghasilkan lapisan tipis kalsium fosfat, namun teknik pelapisan ini memerlukan biaya yang cukup tinggi (Hai H. Pam *et al.*, 2002). Dalam penelitian ini akan digunakan kaca (*glass*) sebagai substrat pelapisan dengan penambahan surfaktan pada proses sintesis. Perlakuan ini mungkin akan mempengaruhi morfologi dan komposisi kalsium fosfat yang dihasilkan terhadap pembentukan kalsium fosfat. Pada penelitian ini akan digunakan dua jenis prekursor sebagai sumber kalsium yaitu kalsium klorida  $\text{CaCl}_2$  anhidrat dan kalsium nitrat tetrahidrat  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh kedua

prekursor dalam pembentukan kalsium fosfat pada perbandingan molar Ca/P yang berbeda dan aplikasinya untuk lapisan tipis nantinya.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh prekursor yang berbeda dari  $\text{CaCl}_2$  anhidrat dan  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  pada proses pembentukan senyawa kalsium fosfat. proses pembentukan kalsium fosfat dengan variasi perbandingan molar Ca/P.
2. Mempelajari proses pembentukan kalsium fosfat dengan variasi perbandingan molar Ca/P yang berbeda.
3. Mempelajari proses pembuatan lapisan tipis kalsium fosfat dengan teknik dip-coating.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh dari penggunaan prekursor yang berbeda  $\text{CaCl}_2$  anhidrat dan  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  pada pembentukan kalsium fosfat.
2. Mengetahui pengaruh perbandingan molar Ca/P terhadap pembentukan senyawa kalsium fosfat.
3. Mengetahui proses pembuatan lapisan tipis kalsium fosfat dengan teknik dip-coating.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis FTIR *powder* dari prekursor  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  pada perbandingan mol Ca/P 1,80 memperlihatkan model karakteristik vibrasi gugus  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , sedangkan spectrum gugus  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  tidak teramati.
2. Hasil spektrum XRD *powder* didapatkan bahwa dengan prekursor  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  pada perbandingan molar Ca/P 1,80 diperoleh produk *hydroxyapatite*  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , sedangkan dari  $\text{CaCl}_2$  anhidrat dengan perbandingan molar Ca/P 1,60 diperoleh *calcium phosphate*  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .
3. Dari hasil foto SEM *powder* dari prekursor  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dengan Ca/P 1,80 menghasilkan partikel berbentuk *spheric* dengan ukuran yang lebih besar 38 nm. Sedangkan sampel dari prekursor  $\text{CaCl}_2$  anhidrat dengan Ca/P 1,60 diperoleh partikel berbentuk lempengan dengan ukuran 22 nm.
4. Hasil spektrum XRD lapisan tipis dari prekursor  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  menunjukkan bahwa senyawa masih berbentuk *amorf* (belum terbentuk nya kristal) pada pemanasan  $400^\circ\text{C}$ .
5. Hasil foto SEM dari prekursor  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  diperoleh lapisan tipis kalsium fosfat yang lebih bagus dari *powder* nya karena produk yang terbentuk lebih tipis, halus dan homogen dengan ukuran partikel  $0,03 - 0,06 \mu\text{m}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Ann Arbor, Michigan, 1990. *Handbook of Chemistry and Physics*, 71st edition, CRC Press.
- Brinker, C.J, G. W Scherer. Sol-Gel Transition in Simple Silicates. *J. Non-Crystalline Solids*. 1982. 48. 47.
- Carter, C. B. dan Norton, M. G. 2007. *Ceramic Materials, Science and Engineering*. Springer Science Business Media, LLC. New York. Pp 644-645.
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Andalas University Press. Hal 21-25.
- Eicherd. 2009. Nanocrystalline Apatite-Based Biomaterial. *Nova Science Publisher Inc*. New York. Pp 3-4.
- Hai H. Pham, Ping Luo, François Génin, Alekha K. Dash. Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite-Ciprofloxacin Delivery Systems by Precipitation and Spray Drying Technique. *AAPS PharmSciTech*. 2002. 3(1). 1-9.
- Holowacz, Iwona, Halina Podbielska, Joanna Bauer. Viscosity, surface tension and refractive index of tetraethylorthosilicate-based sol-gel materials depending on ethanol content. *J. Optica Applicata*, 2005. 35 (4). 691 – 699.
- Jae-Kil Han, Ho-Yeon Song, Fumio Saito, Byon-Tek Lee. Synthesis of High Purity Nanosized Hydroxyapatite Powder by Microwave-Hydrothermal Method. *J. Materials Chemistry and Physic*. 2006. 99. 235-239.
- Koseoglu, Nihat C, Aligul Buyukaksoy, Ahmet Y. Oral, Muhammed H. Aslan. Hydroxyapatite/Bioactive Glass Films Produced by a Sol-Gel Method : In Vitro Behavior. *J. Advanced Engineering Materials*. 2009. 11 (11). B194 - B199.
- Kottaisamy, M., Jagannathan, R., Jeyagopal, P., Rao, R. P., dan Narayanan, R. L.  $\text{Eu}^{2+}$  luminescence in  $\text{M}_3(\text{PO}_4)_3\text{X}$  apatites, where M is  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  and  $\text{Ba}^{2+}$ , and X is F, Cl, Br and OH. *J. Phys. D*. 1994. 27. 2210 – 2215.