

BAB II

TEORI DASAR

1. Hydroxyapatite

Apatit adalah istilah umum untuk kristal yang memiliki komposisi $M_{10}(ZO_4)_6X_2$. Unsur-unsur yang menempati M, Z dan X ialah: (Esti Riyani.2005)

M = Ca, Sr, Ba, Cd, Pb, dst

Z = P, V, As, S, Si, Ge, CO₃, dst

X = F, Cl, OH, O, Br, CO₃,dst

Jika M diganti dengan Ca dan Z diganti dengan P, maka senyawa apatite yang terbentuk ialah kalsium fosfat. Dengan kemungkinan unsur yang mengganti X cukup banyak. Hal ini menyebabkan kalsium fosfat memiliki jenis yang bermacam-macam. Diantaranya ialah:

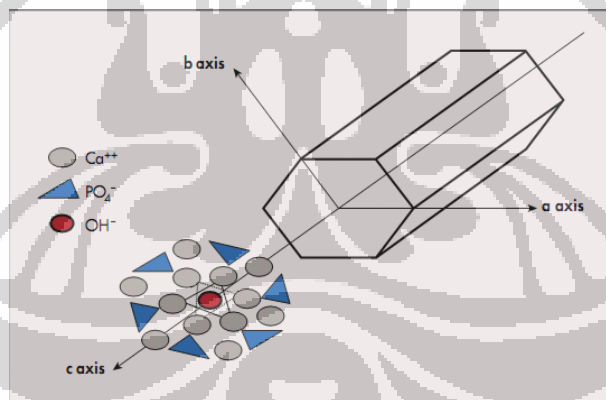
| | |
|----------------------|-------------------------------|
| Fluorapatite | $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$ |
| Karbonat apatite (A) | $Ca_{10}(PO_4)_6CO_3$ |
| Karbonat apatite (B) | $Ca_{10}(PO_4.CO_3)_6(OH)_2$ |
| Francolite | $Ca_{10}(PO_4.CO_3)_6(FOH)_2$ |
| Hydroxyapatite | $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ |

Hydroxyapatite merupakan material penyusun utama jaringan keras (tulang dan gigi). Hydroxyapatite memiliki rumus kimia $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ biasa juga disebut dengan Calcium Hydroxyapatite (Ca-Hydroxyapatite:Ca-HA). Hydroxyapatite merupakan salah satu anggota dari keluarga senyawa Apatite (kalsium fosfat) yang memiliki sifat bioaktif. Salah satu perbedaan hydroxyapatite dengan anggota apatite lainnya ialah nilai Ca/P, untuk hydroxyapatite memiliki nilai Ca/P 1,67.

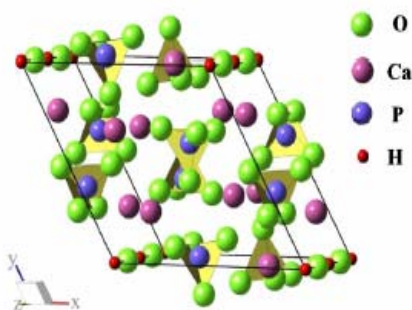
2. Struktur Hydroxyapatite

Struktur kristal Hydroxyapatite ialah heksagonal dengan memiliki parameter kisi $c = 6,891 \text{ \AA}$ dan $a = b = 9,4302 \text{ \AA}$ dan memiliki volume sebesar 528 \AA^3 (Rulis et al.2004). Sedangkan berdasarkan data ICDD $a = b = 9,418 \text{ \AA}$ dan $c = 6,884 \text{ \AA}$ dan volume sebesar $528,8 \text{ \AA}^3$.

Gambar 2.1 menunjukkan ilustrasi dari struktur sel primitif heksagonal hydroxyapatite. Unit sel hydroxyapatite terdiri atas 44 atom dengan rincian 10 atom Kalsium, 6 atom Fosfat, 26 atom Oksigen dan 2 atom Hidrogen. Berdasarkan letaknya atom Kalsium dalam unit sel hydroxyapatite terbagi menjadi dua yakni Ca(I) dan Ca(II) dan atom Oksigen terbagi menjadi empat yakni O(I), O(II), O(III) dan O(IV). Atom fosfat dengan O(I), O(II) dan dua O(III) membentuk PO_4 sedangkan atom Hidrogen dan O(IV) membentuk OH.



Gambar 2.1: Ilustrasi struktur kristal Hydroxyapatite (Georges boavin.2007)



Gambar 2.2 : Model struktur unit sel hydroxyapatite (R.Snyders, et al. 2007)

3. Sintesis Hydroxyapatite

Pembuatan hydroxyapatite sangat dipengaruhi beberapa hal diantaranya :

1. Temperatur pada proses pembuatan.
2. pH.
3. Lamanya sintering.
4. Kejenuhan ion Ca^{2+} dan HPO_4^{2-}

Hydroxyapatite dapat dibuat dengan beberapa metode, diantaranya:

a. Wet Chemical method (presipitasi) (Tas.A.C.2000)

Metode ini menggunakan reaksi larutan. Larutan tersebut tersusun atas ion-ion yang diperlukan untuk membentuk hydroxyapatite, misalnya Ca^{2+} dan HPO_4^{2-} . pH, temperatur larutan, derajat supersaturasi dan kekuatan ion sangat mempengaruhi terbentuknya kristal Hydroxyapatite. Larutan yang mengandung ion HPO_4^{2-} ditetaskan kedalam larutan yang mengandung ion Ca^{2+} .

b. Hydrothermal reaction (Earl.J.S. et al. 2006)

Metode ini menggunakan reaksi larutan yang dipanaskan. Larutan ini juga mengandung ion-ion penyusun hydroxyapatite. Larutan yang berisi ion-ion penyusun hydroxyapatite dipanaskan diatas 200°C selama 24 sampai 74 jam dan pada tekanan tinggi, kemudian didinginkan pada suhu ruang secara alami. Langkah berikutnya disentrifugal untuk memisahkan hydroxyapatite dengan air.

c. Sol-gel Synthesis (Pratihar. K. S. et al. 2005)

Metode ini mencampurkan molekul kalsium dan fosfor terlebih dahulu. Metode ini juga mampu meningkatkan kehomogenan kimia dan mereduksi temperatur pada hydroxyapatite yang terbentuk. Selain itu, metode ini sangat efektif untuk menghasilkan powder inorganik nanokristalin.

4. Synthetic Body Fluids (SBF)

SBF merupakan larutan yang memiliki konsentrasi ion yang hampir sama dengan cairan tubuh manusia. Karena memiliki konsentrasi ion yang hampir mirip dengan cairan tubuh, maka SBF sering disebut sebagai simulasi cairan tubuh. SBF (Synthetic Body Fluid) pertama kali digunakan dalam pembuatan hydroxyapatite sintesis oleh Kokubo. et al.1990. Konsentrasi ion dalam cairan tubuh manusia dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 2.1: Konsentrasi ion dalam cairan tubuh manusia. (Tas.A.C.2000)

| Ion | Konsentrasi (mM) |
|--------------------------------|------------------|
| Na ⁺ | 142.0 |
| Cl ⁻ | 103.0 |
| HCO ₃ ⁻ | 27.0 |
| K ⁺ | 5.0 |
| Mg ²⁺ | 1.5 |
| Ca ²⁺ | 2.5 |
| HPO ₄ ²⁻ | 1.0 |
| SO ₄ ²⁻ | 0.5 |

SBF (Synthetic Body Fluid) merupakan larutan yang memiliki supersaturasi ion kalsium dan fosfat yang tinggi. Oleh karena itu, jika material memiliki fungsi gugus apatite pada permukaannya, SBF bisa membentuk senyawa apatite secara spontan. Sehingga pembentukan hydroxyapatite bisa dibentuk didalam SBF. (G.Heness et al. 2004)

5. Pengaruh medan listrik

Pengaruh medan listrik pada pembuatan hydroxyapatite telah banyak diteliti salah satunya oleh (Yamashita et al.1996). Mereka berhasil menunjukkan bahwa kuat medan listrik pada proses pembuatan hydroxyapatite dapat meningkatkan dan memperlambat pertumbuhan kristal hydroxyapatite. Medan listrik menggerakkan ion-ion pada larutan SBF sehingga dapat lebih cepat berinteraksi untuk membentuk hydroxyapatite. Momen dipol yang diakibatkan oleh medan listrik pada ion-ion menyebabkan percepatan pertumbuhan kristal hydroxyapatite.

(Junji Watabe dan Mitsuru Akashi. 2007) menggunakan medan listrik pada pembuatan hydroxyapatite pada medium gel. Medan listrik mempermudah gerakan ion kalsium, karbonat dan fosfat. Ion-ion tersebut membentuk hydroxyapatite didalam dan dipermukaan gel.

6. Identifikasi hydroxyapatite dengan XRD

X-Ray Diffraction (XRD) memanfaatkan difraksi sinar X untuk mendapatkan struktur kristal suatu metal, alloy, mineral, campuran inorganik, polimer dan material organik atau semua material kristalin. Selain digunakan untuk mendapatkan struktur kristal, X-Ray Diffraction juga mampu mengetahui ukuran kristal, lattice strain dan komposisi kimia.

Setiap senyawa kimia memiliki pola difraksi tersendiri. Hal ini disebabkan karena struktur kristal dan atom-atom penyusun senyawa kimia tersebut berbeda-beda, sehingga menimbulkan pola difraksi yang berbeda pula. Begitu pun dengan hydroxyapatite memiliki pola difraksi tersendiri. Oleh karena itu untuk mengetahui apakah material yang dibuat merupakan hydroxyapatite maka digunakan XRD. Pola difraksi untuk hydroxyapatite yang dijadikan referensi pada penelitian ini ialah dari ICDD (International Centre for Diffraction Data) dengan kode PDF: 09-0432.