

PENGARUH PENAMBAHAN TRIKALSIMUM FOSFAT DAN JENIS *STARCH* PADA PEMBUATAN BIOKERAMIK BERPORI MENGGUNAKAN METODE *STARCH CONSOLIDATION*

Erika Rezi Yuliestri¹, Ahmad Fadli², Silvia Reni Yenti²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia S1,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
erikareziyuliestri17@gmail.com

ABSTRACT

Tricalcium phosphate (TCP) is one of the compound of hard tissues the human body that can be applied in the medical. One of technique for making porous tricalcium phosphate is starch consolidation method. The objective of this research is to study effect of adding tricalcium phosphate and starch type of porous tricalcium phosphate. This research was conducted in mixing tricalcium phosphate powder as much as 6 ; 7 ; and 8 gram with 3 gram of sago starch or corn starch, as well as 10 ml aquadest. The slurry was stirred for 1 hour and dried in oven at oven 80 °C for 24 hours and 120 °C for 8 hours. The dried green bodies were burnt at a temperature of 600 °C and sintered at a temperature of 1300 °C. Porous tricalcium phosphate prepared using corn starch has a higher compressive strength than the porous tricalcium phosphate using sago starch. The addition of tricalcium phosphate result in smaller porosity and density as well as greater shrinkage and also higher compressive strength. Sintered tricalcium phosphate bodies shows that the shrinkage in the range of 47,66–62,31%, porosity 23,81-32,07%, density 0,67-0,76 gr/cm³ compressive strength 2,87-3,71 MPa.

Keywords: *Compressive strength; Porosity; Starch; Tricalcium phosphate*

1. Pendahuluan

Meningkatnya angka kecelakaan yang terjadi setiap tahunnya, baik itu ringan ataupun berat dapat menyebabkan kerusakan tulang. Kebutuhan masyarakat akan bahan untuk memperbaiki jaringan tulang dan gigi cukup besar sehingga berbagai upaya dikembangkan dalam rangka mencari bahan alternatif untuk membaikinya, terjangkau oleh masyarakat serta dapat menggantikan struktur jaringan yang hilang tanpa menimbulkan efek negatif [Muntamah, 2011].

Untuk merespon kebutuhan yang tinggi tersebut, biomaterial yang digunakan untuk substitusi tulang adalah bio-keramik dengan menggunakan senyawa trikalsium fosfat. Senyawa ini mempunyai kemiripan komposisi kimia dengan jaringan tulang, akan tetapi kekuatan mekanik

trikalsium fosfat lebih lemah dibandingkan tulang manusia. Kekuatan mekanik tersebut dapat ditingkatkan dengan membuat pori pada trikalsium fosfat. Hal ini dikarenakan pori-pori yang terdapat pada trikalsium fosfat akan dilalui oleh jaringan tulang sehingga kekuatan mekanik implan akan meningkat [Swain, 2009]. Pada pembuatan keramik berpori dapat menghasilkan produk yang lebih baik itu bergantung pada replika tekniknya. Lyckfeldt dan Ferreira [1997], menunjukkan bahwa *starch* bisa berhasil dilakukan dalam pembentukan pori sebagai agen pengikat dengan bentuk ukuran pori yang sangat kompleks.

Trikalsium Fosfat merupakan salah satu senyawa penyusun jaringan keras (*hard tissue*) tubuh manusia seperti tulang, gigi, dentin dan lain sebagainya. Metode

yang digunakan adalah metode *starch consolidation*. Metode ini berperan dalam pembuatan keramik berpori dengan menggunakan pati sebagai konsolidator atau sebagai pengikat pori yang terdiri dari komponen yang sederhana dalam keadaan campuran berbentuk *slurry*.

Ada dua proses penting dalam keramik berpori yaitu *drying* dan *sintering*. *Drying* merupakan proses pemisahan air dari campuran, sedangkan *sintering* merupakan proses pemanasan pada temperatur tinggi untuk meningkatkan kekuatan mekanik material. Selama *sintering* berlangsung, struktur partikel material akan tumbuh (*coarsening*) dan menyatu membentuk kesatuan massa (densifikasi) [Kang, 2005].

2. Metode Penelitian

Bahan Baku

Bahan baku penelitian terdiri dari bubuk trikalsium fosfat (Lianyungang Kede Chemical Industry, CO., LTD), pati sagu (PT Puri Pangan Sejahtera Jakarta-Indonesia), pati jagung (PT. Gandum Mas Kencana Tangerang-Indonesia), *Aquadest* (Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Riau), HNO₃ (Merck, Jerman).

Peralatan Utama dan Penunjang

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *furnace* (Nabertherm, Jerman), oven, *stirrer*, pH meter, *stainless steel mould*, jangka sorong, mistar.

Variabel Penelitian

Variabel yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi atas variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap meliputi kecepatan pengaduk 150 rpm, *starch* yang terdiri dari pati sagu dan pati jagung sebanyak 3 gram, *Aquadest* sebanyak 10 ml. Sedangkan variabel berubah meliputi penambahan trikalsium fosfat sebanyak 6 ; 7 ; dan 8 gram.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan pembentukan *slurry*. Pada tahap awal, 6 gr trikalsium fosfat bubuk di-

campurkan dengan 10 ml *aquadest* yang berfungsi sebagai pelarut, kemudian ditambahkan *starch* sebanyak 3 gram. *Starch* berfungsi sebagai pembentuk pori-pori. *Slurry* yang terbentuk lalu ditambahkan HNO₃ hingga pH 3,5. Kemudian *slurry* diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 1 jam. Campuran tersebut kemudian dicetak ke *mould* yang sebelumnya diolesi minyak sawit (PT. Multimas Nabati Asahan, Indonesia) sebagai pelumas. Campuran dalam *mould* dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam. Setelah itu *green bodies* dilepas dari *mould* dan dikeringkan dalam oven pada 80°C selama 24 jam dan 120°C selama 8 jam. Sampel yang telah kering tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *furnace*. Pembakaran dilakukan pada temperatur 600°C, diakhiri dengan *sintering* selama 1 jam dengan suhu 1300°C. Tahap kedua dilakukan dengan proses yang sama, tetapi dengan penambahan TCP sebanyak 7 sampai terakhir dengan penambahan 8 gram.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan trikalsium fosfat sebanyak 6 ; 7 ; dan 8 gram serta jenis *starch* menggunakan pati sagu dan pati jagung terhadap keramik berpori yang dibuat dengan metode *starch consolidation* dan mengkarakterisasi keramik berpori dari trikalsium fosfat menggunakan SEM, XRD, penyusutan, dan porositas serta *compressive strength*.

3. Hasil dan Pembahasan

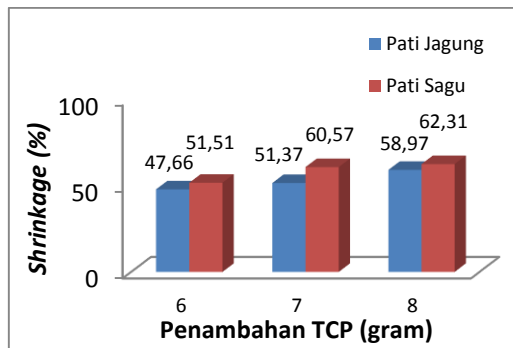
3.1 Porous Body Properties

Pembuatan keramik berpori dilakukan dengan metode *starch consolidation* dimana *starch* digunakan sebagai agen pembentuk pori. Metode ini didasarkan pada sifat atau kemampuan pati dalam membentuk gel didalam *slurry* [Lyckfeldt dan Ferreira, 1997].

3.1.1 Pengaruh Penambahan Trikalsium Fosfat dan Jenis *Starch* Terhadap *Physical Properties* Pada TCP Berpori

3.1.1.1 Penyusutan (*Shrinkage*)

Sintered bodies mengalami penyusutan dengan rentang 47,66–62,31%. Nilai penyusutan tertinggi terdapat pada pati sagu dengan penambahan trikalsium fosfat sebanyak 8 gram yaitu 62,31%, sedangkan nilai penyusutan terendah terdapat pada pati jagung dengan penambahan trikalsium fosfat sebanyak 6 gram yaitu sebesar 47,66%. Dapat dilihat pada Gambar 1.

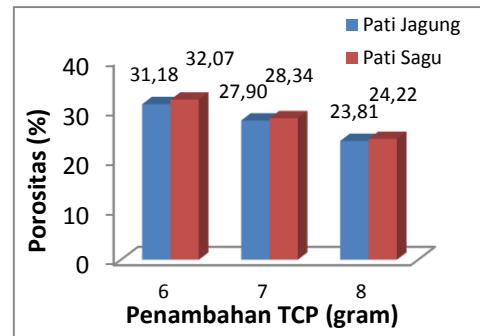


Gambar 1. Hubungan penyusutan (*shrinkage*) terhadap penambahan trikalsium fosfat

Berdasarkan Gambar 1 *sintered bodies* mengalami penyusutan. Pada penambahan trikalsium fosfat sebanyak 8 gram, pati sagu mengalami proses penyusutan yang lebih banyak dibandingkan pada penambahan trikalsium fosfat 6 gram dan 7 gram. Penyusutan ini dipengaruhi oleh viskositas pada komposisi *slurry*. Seiring dengan bertambahnya trikalsium fosfat maka viskositas semakin tinggi dan menyebabkan komposisi *slurry* semakin kental.

3.1.1.2 Porositas

Hubungan porositas terhadap penambahan trikalsium fosfat ditunjukkan pada Gambar 2.

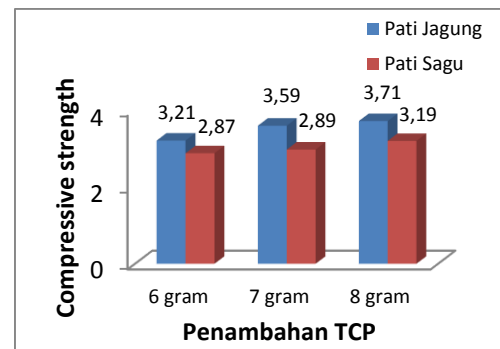


Gambar 2. Hubungan porositas terhadap penambahan trikalsium fosfat

Berdasarkan Gambar 2 menjelaskan bahwa hubungan porositas terhadap penambahan trikalsium fosfat mengalami penurunan karena trikalsium fosfat yang digunakan lebih banyak dibandingkan penambahan trikalsium fosfat 6 gram dengan menggunakan jumlah *starch* yang sama yaitu 3 gram. Rentang porositas pada keramik berpori berkisar 23,81–32,07%.

3.1.2 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Kuat tekan merupakan parameter utama yang mempunyai sifat kemampuan dalam menahan/memikul suatu beban tekan.



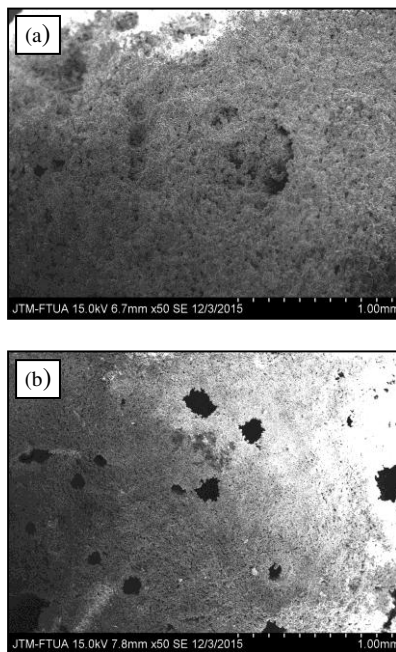
Gambar 3. Hubungan kuat tekan terhadap penambahan trikalsium fosfat

Berdasarkan Gambar 3 kuat tekan untuk penambahan trikalsium fosfat berada pada range 2,87–3,71Mpa. Kuat tekan pati sagu lebih rendah dibandingkan pati jagung dengan range 2,87–3,19 Mpa, sedangkan kuat tekan pati jagung 3,21–3,71 MPa. Menurut Sopyan dan Kaur [2009], menyatakan bahwa kuat tekan berbanding terbalik dengan porositas. Kuat

tekan yang tinggi juga mempengaruhi densitasnya, semakin tinggi kuat tekan yang diperoleh maka densitasnya juga semakin besar.

3.1.3 Morfologi Trikalsium Fosfat Berpori Secara Makrostruktur

Penambahan trikalsium fosfat pada pati sagu dan pati jagung menghasilkan TCP berpori dengan morfologi seperti pada Gambar 4.

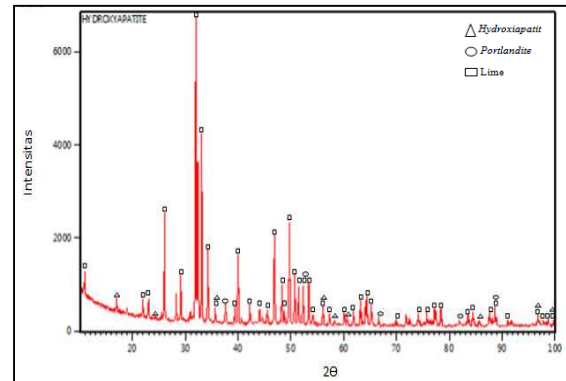


Gambar 4. Makrostruktur TCP (a) TCP 8 gram pati jagung dan (b) TCP 8 gram pati sagu

Pada Gambar 4 menunjukkan morfologi TCP berpori menggunakan pati sagu dan pati jagung. Gambar 4(a) dan 4(b), dengan penambahan trikalsium fosfat yang lebih banyak menghasilkan ukuran pori yang lebih kecil dan menyebabkan *grain* berikatan satu sama lain akibat fusi partikel. Ukuran pori yang kecil disebabkan oleh suhu sintering yang tinggi mencapai 1300°C. Temperatur akan memperbesar laju densifikasi sampel sehingga partikel-partikel keramik menjadi semakin padat dan bersatu dengan kuat [Kang, 2005].

3.1.4 Analisa XRD (X-Ray Diffraction)

Analisa XRD (X-Ray Diffraction) dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terdapat pada sampel beserta komposisinya.

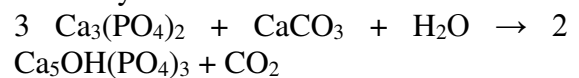


Gambar 5. Analisa XRD Trikalsium Fosfat Berpori Sebanyak 8 gram Menggunakan Pati Jagung

Gambar 5 menunjukkan difraktogram penambahan trikalsium fosfat sebanyak 8 gram menggunakan pati jagung. Berdasarkan hasil analisa XRD tersebut dapat disimpulkan trikalsium fosfat berpori didominasi oleh senyawa hidroksiapatit 99,30%, Portlandite 0,50% dan Lime (CaO) 0,20%.

Ini disebabkan oleh adanya proses reaksi yang terjadi karena bahan tersebut mengandung senyawa *calcite* (CaCO₃).

Reaksinya adalah :



Calcite (CaCO₃) bisa bereaksi dengan β-TCP dan akan membentuk hidroksiapatit [Mirtchi dan Lemaitre, 1990].

4. Kesimpulan

Keramik berpori dengan bahan baku trikalsium fosfat (TCP) telah berhasil dibuat dengan menggunakan metode *starch consolidation*. Sifat fisik, sifat kimia dan sifat mekanik dari trikalsium fosfat berpori yang dihasilkan dipengaruhi oleh penambahan trikalsium fosfat sebanyak 6 ; 7 ; dan 8 gram serta jenis

starch yang terdiri dari pati sagu dan pati jagung. Penambahan trikalsium fosfat mengakibatkan kuat tekan semakin tinggi dengan porositas yang dihasilkan semakin kecil. Ukuran pori pada trikalsium fosfat (TCP) berpori menggunakan pati jagung dan pati sagu termasuk mikropori karena dipengaruhi oleh struktur dan ukuran granula pada masing-masing pati. Porositas pati sagu lebih besar dari pati jagung yang berkisar antara 24,22-32,07% dan pati jagung 23,81-31,18% dengan kuat tekan pati jagung 3,21-3,71 MPa dan pati sagu 2,87-3,19 MPa.

Daftar Pustaka

- Abdurrahim, T., dan Sopyan, I. (2008). *Recent Progress on the Development of Porous Bioactive Calcium Phosphate for Biomedical Applications*, Biomedical Engineering, 1: 213-229.
- Charter, D. R., dan Hayes, W. C. (1977). *The Compressive Behavior of Bone as a Two-phase Porous Structure*, Journal Bone Joint Surgent, 59A: 954-62.
- Garrido, L. B., Albano, M. P., Genova, L. A., dan Plucknett, K. P. (2008). *Influence of Starch Type on Characteristics of Porous 3Y-ZrO₂ Prepared from a Direct Consolidation Casting Method*, Journal of Materials Research, 13(1) : 39-45.
- Kang, S.J., L. (2005). *Sintering: densification, grain growth and microstructure*, John Wiley & Sons, Amsterdam.
- Lyckfeldt, O., dan Ferreira, J. M. (1997). *Processing of Porous Ceramics by Starch Consolidation*, Journal of European Ceramic Society, 18: 131-140.
- Mirthci, A. A., dan Lemaitre, J. (1990). *Calcium Phosphate Cements : Study of the β -Tricalcium Phosphate-Dicalcium Phosphate- Calcite Cements*, Universite Catholique de Louvain, Belgium.
- Muntamah. (2011). *Sintesis dan Karakterisasi Hidroksiapatit dari Limbah Kulit Kerang Darah (Anadaragranosa,sp)*, Tesis, Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sopyan, I., dan Kaur, J. (2009). *Preparation dan Characterization of Porous Hydroxyapatite Through Polymeric Sponge Method*, Journal of Ceramics International, 35 : 3161-3168.
- Swain, S. K. (2009). *Processing of Porous Hydroxyapatite Scaffold*, Thesis Master, National Institute of Technology Rourkela.
- Tamayo, J., Diaz, R., Lazcano-Ponce, E., Munoz, M., Huitron, G., Halley, E., Diaz-Montiel, J. C., Mudgal, J., Herndanez-Avila, M., dan Salmeron, J. (2009). *Reference Values for Areal Bone Mineral Density Among a Healthy Mexian Population*, Salud Publica de Mexico, 51: 56-83.