

PEMANFAATAN SERABUT GAMBAS (*LUFFA CYLINDRICA*) SEBAGAI TEMPLATE UNTUK PEMBUATAN SCAFFOLD HIDROKSIAPATIT

Apriadi Lubis¹, Ahmad Fadli², Bahruddin²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
apriadilubis93@gmail.com

ABSTRACT

Utilization of hydroxyapatite (HA) as a bone implant could be done by making the HA in the form of a scaffold to obtain good porosity and good mechanical strength. The purpose of this research is to determine the influence of solid loading HA toward characters of scaffold HA fabricated by polymeric sponge method. Gambas sponges were cut into circular samples of 1 cm diameter and then soaked with distilled water for 12 hours and then dried in the open air for 1 hour. Gambas sponges were then impregnated with a slurry made by mixing 10; 11; and 12 grams of HA, 10% sago, 3% Darvan 821A and 12 grams of distilled water. The mixture were stirred for 20 hours to form a slurry. The substrates were impregnated and then dried at 110°C for 3 hours. The resulting green bodies then burned at 600°C for 1 hour and followed by sintering at 1250°C for 1 hour. The results showed that the addition of HA lead to smaller shrinkage and porosity. In addition of HA, the resulting shrinkage in the range of 57,71-59,46%, porosity 52,30-56,37%, and compressive strength 5,14-7,88 MPa.

Keywords: *hydroxyapatite, luffa cylindrica, polymeric sponge, scaffold*

1. Pendahuluan

Kebutuhan implan tulang di Indonesia meningkat seiring dengan tingginya jumlah penderita kerusakan tulang. Peningkatan penderita kerusakan tulang itu disebabkan oleh kecelakaan di jalan raya, kecelakaan kerja dan osteoporosis. Selain itu, keberadaan Indonesia pada zona rentan bencana alam, menjadikan ketersediaan implan tulang untuk rekonstruksi korban bencana sangat krusial [Lesmana, 2012].

Metode implantasi yang umum digunakan seperti *autograft*, *allograft* dan *xenograft* memiliki kelemahan yaitu sumber implan yang terbatas serta resiko penularan penyakit [Moore *et al*, 2001], oleh karena itu

dikembangkan metode *alloplast* yang menggunakan biomaterial sintetik sebagai bahan implan tulang [Reynold *et al*, 2010]. Salah satu biomaterial sintetik tersebut adalah hidroksiapatit [Dumitrescu, 2011].

Hidroksiapatit (HA) merupakan senyawa apatit yang memiliki rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. HA merupakan komponen anorganik utama pada tulang dan gigi [Eric dan Rivera-muñoz, 2011]. HA memiliki sifat biokompatibilitas, osteokonduktivitas, dan afinitas kimia dan biologi yang sangat baik terhadap jaringan tulang [Zhang *et al*, 2012]. Sifat tersebut menjadikan HA ideal digunakan sebagai komponen rekayasa tulang dan gigi [Maheshwari *et al*, 2014].

Scaffold merupakan material yang berperan sebagai kerangka/*framework* sintesis yang diimplankan pada jaringan. *Scaffold* harus memiliki pori-pori yang diperlukan untuk pembentukan jaringan tulang yang baru, meningkatkan daya ikat mekanik antara biomaterial implan dan tulang sehingga memberikan stabilitas mekanik yang lebih besar [Swain *et al*, 2015]. Pori pada *scaffold* dapat dibentuk dengan menambahkan *pore-forming agent* [Romawarni, 2011], menggunakan protein [Sopyan *et al*, 2012], dan dengan replikasi pori *template* seperti pada metode *replica / polymeric sponge* [Sopyan dan Kaur, 2009].

Hidroksiapatit (HA) berpori (dalam bentuk *scaffold*) memiliki sifat *resorbable* dan osteokonduktivitas yang lebih baik dari HA padat, sehingga pengembangan sintesis HA berpori lebih banyak diminati. *Scaffold* HA memiliki luas area permukaan yang besar, yang bermanfaat untuk adhesi sel jaringan biologis dan pertumbuhan fase tulang baru [Swain *et al*, 2015].

Gambas (*Luffa cylindrica*) merupakan tanaman merambat dari *family Cucurbitaceae* [Tanobe *et al*, 2005]. Menurut Zampieri *et al* [2006], serabut gambas memiliki serat-serat yang terdiri dari struktur yang menyerupai jaring membentuk sistem pori yang hirarkis multimodal sehingga bisa digunakan sebagai pembentuk struktur/*template* dalam pembuatan material berpori.

Hidroksiapatit (HA) berpori telah diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti untuk *cell-loading*, *drug delivery/drug releasing agent*, dan yang paling luas adalah sebagai *scaffold* untuk jaringan keras [Sopyan *et al*, 2007].

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh *solid loading* HA dan sagu terhadap karakteristik

scaffold HA yang dibuat menggunakan sabut gambas sebagai *template*, serta untuk menentukan karakteristik dari *scaffold* HA yang dihasilkan dengan XRD, SEM dan *Compressive Strength Testing*.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan baku

Bahan baku penelitian meliputi bubuk HA (Lianyungang Kede Chemical Industry co. Ltd, China), sabut gambas (*Luffa cylindrica*) (Trendy, Indonesia), pati sagu (Puri Pangan Sejahtera, Indonesia), Darvan 821A (Vanderbilt Company, USA), dan akuades (Brataco Chemica, Indonesia).

2.2 Peralatan yang digunakan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *muffle furnace* (PPF-1300, Indonesia), *oven* (Cosmos CO 9919, Indonesia), Pengaduk magnetik (Dragon Lab MS-H280 Pro, China), jangka sorong, gelas kimia dan gelas ukur.

2.3 Prosedur Penelitian

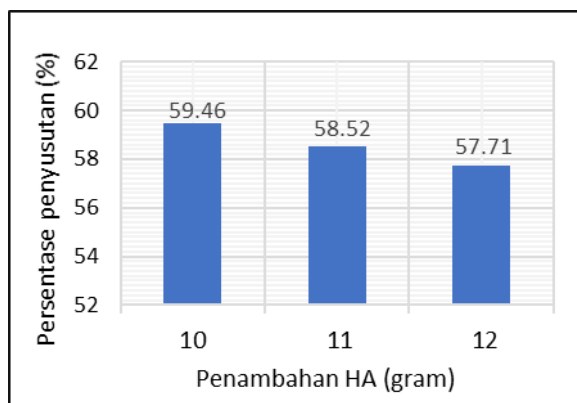
Penelitian ini dimulai dengan tahapan persiapan *template*. Sabut gambas direndam menggunakan akuades selama 12 jam agar mengembang, kemudian sabut dipotong melingkar dengan diameter ± 10 mm. Sabut gambas kemudian dikeringkan di udara terbuka selama 1 jam. *Slurry* dibuat dengan mencampurkan bubuk HA (variasi 10 gr, 11 gr dan 12 gr), 11% sagu, 3% Darvan 821A dan 12 gr akuades. *Slurry* diaduk dengan pengaduk magnetik pada kecepatan 350 rpm selama 20 jam. Sabut gambas diimpregnasi dengan *slurry* kemudian dikeringkan menggunakan *oven* pada 110°C selama 3 jam. *Green bodies* yang terbentuk dieliminasi kandungan komponen organiknya melalui proses *burning* pada 600°C selama 1 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses *sintering* pada 1250°C selama 1 jam.

2.4 Karakterisasi Scaffold HA

Persentase penyusutan dihitung berdasarkan perbedaan volume *scaffold* sebelum dan sesudah *sintering*. Porositas *scaffold* diperoleh melalui perhitungan densitas dan densitas relatif. Morfologi dan ukuran pori *scaffold* dilihat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Kuat tekan *scaffold* diperoleh dari analisa menggunakan *Universal Testing Machine*. Analisa *X-ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk melihat kristalinitas *scaffold* yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 menunjukkan pengaruh penambahan HA terhadap persentase penyusutan (*shrinkage*).

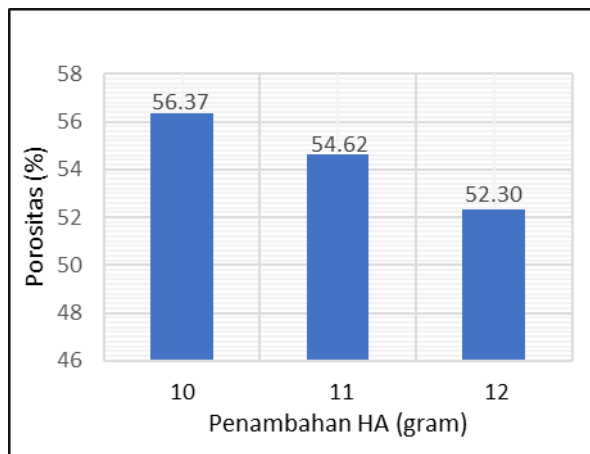


Gambar 1. Hubungan penambahan HA dengan penyusutan (*shrinkage*) *scaffold* HA.

Gambar 1 menunjukkan *scaffold* HA yang dihasilkan mengalami penurunan penyusutan volume seiring dengan bertambahnya massa HA. Penyusutan yang terjadi berada dalam rentang 57,71-59,46%. Penyusutan tertinggi terjadi pada penambahan HA 10 gram yaitu 59,46%, sedangkan penyusutan terendah terjadi pada penambahan HA 12 gram. Semakin banyak jumlah keramik, akan menyebabkan semakin banyaknya jumlah padatan dalam *slurry*. Jumlah padatan yang tinggi di dalam *slurry* akan menurunkan penyusutan dan mencegah

terjadinya keretakan pada permukaan bodi keramik [Fadli dan Komalasari, 2013].

Pengaruh penambahan HA terhadap porositas *scaffold* HA dapat diamati pada gambar 2 berikut.

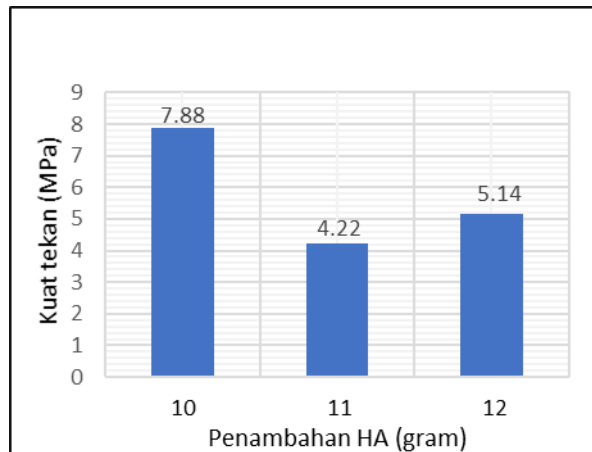


Gambar 2. Hubungan penambahan HA dengan porositas *scaffold* HA

Porositas *scaffold* HA berada pada rentang 52,30-56,37%. Porositas tertinggi terjadi pada penambahan HA yang paling sedikit yaitu 10 gram dimana porositasnya mencapai 56,37%. Sementara itu, porositas yang paling rendah terjadi pada penambahan HA yang terbesar yaitu 12 gram dengan nilai porositas 52,30%. Penambahan HA menyebabkan porositas *scaffold* semakin menurun. Penurunan porositas ini berhubungan dengan proses densifikasi ketika proses *sintering* sedang berlangsung. Porositas yang semakin rendah menyatakan struktur sampel lebih padat sehingga memiliki densitas yang lebih besar. Densitas yang lebih besar juga menandakan bahwa penambahan jumlah keramik menyebabkan terjadinya proses reduksi pori ketika proses densifikasi terjadi. Reduksi pori tersebut menyebabkan porositas *scaffold* HA yang dihasilkan menurun [Kang, 2005].

Jumlah HA yang ditambahkan dalam pembuatan *scaffold* memiliki pengaruh

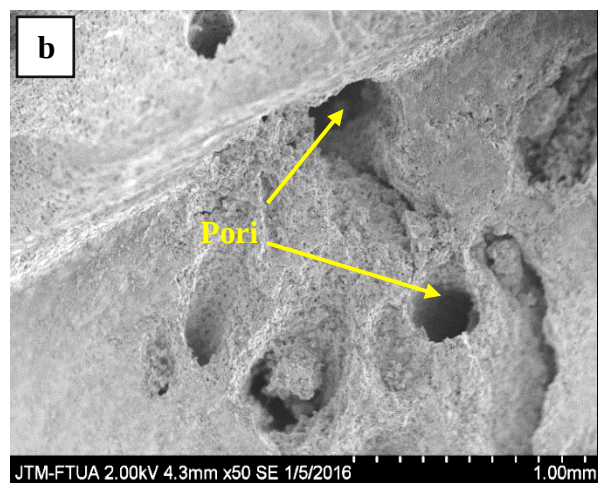
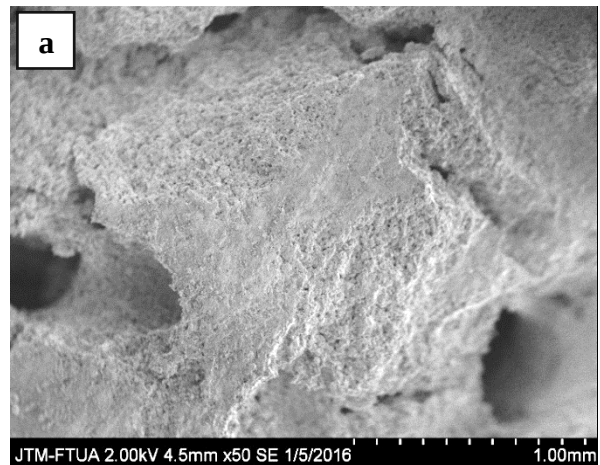
terhadap kuat tekan *scaffold* HA yang dihasilkan Gambar 3 dibawah ini menunjukkan hubungan antara penambahan HA dengan kuat tekan *scaffold* HA yang dihasilkan.



Gambar 3. Hubungan penambahan HA dengan kuat tekan *scaffold* HA

Berdasarkan gambar 3 diatas dapat diketahui pada penambahan 10% sagu terjadi penurunan kuat tekan dari 7,88 MPa (10 gram HA) menjadi 4,22 MPa (11 gram HA) lalu meningkat kembali menjadi 5,14 MPa (12 gram HA).

Fluktuasi kuat tekan pada scaffold disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi kekuatan mekanis pada *scaffold* yang dihasilkan. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Jamaludin *et al* [2015], secara menyeluruh kuat tekan *scaffold* dipengaruhi sifat makrostruktur dari *scaffold* HA yang dihasilkan. Sifat makrostruktur tersebut berupa keberadaan open pori dan closed pori, ukuran pori, distribusi pori, serta cacat pada struts. Densifikasi struts dan gabungan pori merupakan faktor yang dominan dalam mengontrol kekuatan mekanis material. Fluktuasi kuat tekan yang berhubungan dengan morfologi dan distribusi pori dapat diamati melalui analisa SEM seperti yang terlihat pada gambar 4.

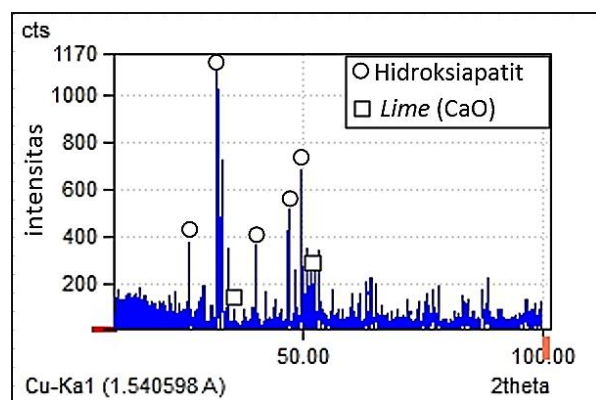


Gambar 4. Morfologi *scaffold* secara makrostruktur (a) HA 10 gram; (b) HA 12 gram

Berdasarkan gambar 4 (a) dan 4 (b), dapat dilihat bahwa penambahan HA menyebabkan pori yang terbentuk semakin banyak. pori yang semakin banyak menyebabkan kuat tekan yang diperoleh memiliki trend yang menurun dari 7,88 MPa menjadi 5,14 MPa. Hasil tersebut sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Rahman dan Guan [2007] yang menyatakan bahwa ukuran dan susunan pori yang semakin besar dan banyak akan menyebabkan penurunan kuat tekan. Variasi jumlah HA yang dilakukan juga mempengaruhi makrostruktur dari *scaffold* HA yang dihasilkan. Berdasarkan gambar 4 (a) dan 4 (b) terlihat

bahwa penambahan jumlah HA menghasilkan ukuran pori yang lebih kecil. Hal ini disebabkan partikel-partikel dari HA yang berikatan satu sama lain ketika proses *sintering* berlangsung kemudian terjadi proses densifikasi sehingga partikel-partikel keramik menjadi semakin padat dan bersatu dengan kuat [Kang, 2005].

Analisa XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan untuk mengetahui senyawa kimia yang terdapat pada sampel beserta komposisinya. Gambar 5 menunjukkan difraktogram dari *scaffold* yang dihasilkan.



Gambar 5. Difraktogram *scaffold* HA

Hasil pengolahan data XRD menunjukkan bahwa posisi puncak-puncak (*peaks*) hidroksiapatit yang sesuai dengan pola karakterisasi hidroksiapatit komersial standar yang diperoleh dari data JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*). Dengan intensitas puncak tertinggi mencapai 1170 cts. Berdasarkan hasil analisa XRD tersebut juga dapat diketahui komposisi senyawa penyusun *scaffold* HA yang didominasi oleh hidroksiapatit sebanyak 99,10% dan *lime* (CaO) sebanyak 0,90%.

4. Kesimpulan

Scaffold HA telah berhasil dibuat dengan memanfaatkan sabut gambas (*Luffa cylindrica*) sebagai *template* pembentuk pori. Jumlah HA dalam *slurry* yang semakin tinggi menyebabkan penyusutan dan porositas yang

semakin rendah serta densitas yang semakin tinggi. *Scaffold* HA yang diperoleh memiliki penyusutan dalam rentang 57,71-59,46%, porositas 52,30-56,37%, dan kuat tekan 5,14-7,88 MPa.

Daftar Pustaka

- Dumitrescu, A.L. 2011. *Bone Grafts and Bone Graft Substitutes in Periodontal Therapy*. Chemical in Surgical Periodontal Therapy. Springer-Verlag. Berlin.
- Eric, M., dan Rivera-Muñoz. 2011. Hydroxyapatite-Based Materials: Synthesis dan Characterization, *Biomedical Engineering - Frontiers dan Challenges*. InTech Publishing. Croatia.
- Fadli, A. dan Komalasari. 2013. Metode pembuatan komposit berpori menggunakan cara protein foaming-starch consolidation. *Indonesia Patent*. P00201304608.
- Kang, S.J.L. 2005. *Sintering, Densification, Grain Growth & Microstructure*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Burlington. UK.
- Lesmana. 2012. Pabrik Mini Siap Produksi Implan Tulang. *Majalah Sains Indonesia*. <http://www.sainsindonesia.co.id>. 24 Maret 2015.
- Maheshwari, S.U., V.K Samuel., dan N. Nagiah. 2014. Fabrication dan evaluation of (PVA/HAp/PCL) bilayer composites as potential scaffolds for bone tissue regeneration application. *Ceramic International* 40: 8469-8477.
- Moore, W.R., S.E Graves., G.I Bain. 2001. Synthetic bone graft substitutes. *ANZ Journal of Surgery* 71 (6): 354-361.
- Rahman, A.H., dan Guan, Y.C. 2007. Preparation of Ceramic Foam by Simple Casting Process. *International Conference on Engineering and Environment*. Phuket, Thailand.

- Reynolds, M.A., M.E. Aichelmann-Reidy., dan G.L. Branch-Mays. 2010. Regeneration of Periodontal Tissue: Bone Replacement Graft. *Dental Clinic of North America* 54: 55-71.
- Romawarni, A. 2011. Sintesis dan Uji *In Vitro* Hidroksiapatit Berporogen Kitosan Dengan Metode Sol Gel. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sopyan, I., A. Fadli., dan M. Mel. 2012. Porous alumina–hydroxyapatite composites through protein foaming–consolidation method. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 8: 86-98.
- Sopyan, I., dan J. Kaur. 2009. Preparation dan characterization of porous hydroxyapatite through polymeric sponge method. *Ceramic International* 35: 3161-3168.
- Sopyan, I., M. Mel., S. Ramesh., dan K.A. Khalid. 2007. Porous hydroxyapatite for artificial bone applications. *Science dan Technology of Advanced Materials* 8: 116 – 123.
- Swain, S.K., S. Bhattacharyya., dan D. Sarkar. 2011. Preparation of porous scaffold from hydroxyapatite powders. *Materials Science dan Engineering C* 31: 1240-1244.
- Swain, S.K., S. Bhattacharyya., dan D. Sarkar. 2015. Fabrication of porous hydroxyapatite scaffold via polyethylene glycol-polyvinyl alcohol hydrogel state. *Materials Research Bulletin* 64: 257-261.
- Tanobe, V.O.A., T.H.D. Sydenstricker, M. Munaro, dan S.C. Amico. 2005. A comprehensive characterization of chemically treated Brazilian sponge-gourds (*Luffa cylindrica*). *Polymer Testing* 24: 478-482.
- Zampieri, A., G.T.P. Mabande, T. Selvam., W.Schwieger., A. Rudolph., R. Hermann, H. Sieber., dan P. Greil. 2006. Biotemplating of *Luffa cylindrica* sponges to self-supporting hierarchical zeolite macrostructures for bio-inspired structured catalytic reactors. *Materials Science and Engineering C* 26. 130-135.
- Zhang, Y., D. Kong., Y. Yokogawa., X. Feng., Y. Tao., dan T. Qiu. 2012. Fabrication of Porous Hydroxyapatite Ceramic Scaffolds with High Flexural Strength Through the Double Slip-Casting Method Using Fine Powders. *Journal of the American Ceramic Society* 95 (1): 147–152.