

# PEMBUATAN BODI HIDROKSIAPATIT BERPORI MENGGUNAKAN *TEMPLATE* PELEPAH PISANG DENGAN METODE *REPLICA*

Ilham Habib<sup>1</sup>, Ahmad Fadli<sup>2</sup>, Komalasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Material dan Korosi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: [ilhamhabib1734@gmail.com](mailto:ilhamhabib1734@gmail.com)

## ABSTRACT

*Banana midrib (Musa Paradisiaca) can be used as an ideal pore-forming template for fabricating hydroxyapatite (HA) implant because it has an architecture which formed a hierarchical multimodal pore system. The purpose of this research is for fabrication of HA-based bone implant with the utilization of banana midrib as a porous-making template. Banana midrib was cut into circular samples of 1 cm diameter and length 1 cm. Banana midrib was then impregnated with a slurry made by mixing (8,32, 10, 11,68) grams of HA, sago 11% of HA, 3% Darvan 821A and 10 grams of aquadest. The mixture was stirred for 24 hours to form a slurry. The substrates were impregnated and then dried at 120°C for 2 hours. The obtained green bodies then burned at 600°C for 1 hour and followed by sintering at 1300°C for 1 hour. The result showed that the porosity of the implant in the range of 54,27-57,64% and compressive strength 2,99-5.58 MPa, respectively. The formed pores have a diameter of 30-50 μm. The fabricated implant can be applied mechanically to cancellous bone.*

**Keywords:** *banana midrib, bone implant, hydroxyapatite, scaffold*

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya jumlah penderita kerusakan tulang di Indonesia yang disebabkan oleh kecelakaan di jalan, kecelakaan di tempat kerja dan osteoporosis telah meningkatkan kebutuhan implan tulang di Indonesia. Bahkan 79,8% korban kecelakaan lalu lintas mengalami patah tulang [6]. Selain itu, keberadaan Indonesia di zona rawan bencana alam membuat ketersediaan implan tulang untuk rekonstruksi korban bencana sangat krusial.

Berdasarkan data Kemenkes RI hingga Oktober 2017, belanja total alkes RI mencapai ± Rp17 triliun per tahunnya, dimana kontribusi dari industri manufaktur lokal alkes hanya sekitar 8% dari total anggaran belanja alkes. Praktis mayoritas belanja alkes (± Rp15.64 triliun) berasal dari impor [5]. Sehingga, dari berbagai data tersebut dapat disimpulkan potensi pasar alkes di Indonesia ini cukup besar jika dikembangkan.

Metode implantasi yang biasa digunakan seperti autograft, allograft dan xenograft memiliki kelemahan, dan sumber implan terbatas dan risiko penularan penyakit [4], oleh karena itu metode alloplast yang menggunakan biomaterial sintesis dikembangkan sebagai bahan implan tulang [7]. Salah satu biomaterial sintetik adalah hidroksiapatit [1].

Hidroksiapatit (selanjutnya disebut HA) adalah senyawa apatit yang memiliki rumus kimia  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . HA adalah komponen anorganik utama dalam jaringan keras biologis seperti tulang dan gigi [3]. HA memiliki biokompatibilitas yang sangat baik, osteokonduktivitas, dan afinitas kimia dan biologi dengan jaringan tulang [12]. Properti ini membuat HA ideal digunakan sebagai komponen implan untuk tulang dan gigi [3].

Berpori (Scaffold) hydroxyapatite (HA) lebih resorbable dan lebih osteokonduktif daripada HA padat. Selain itu, perancah HA berpori memiliki luas permukaan yang besar.

Pori-pori ini berguna untuk adhesi sel jaringan biologis dan pertumbuhan fase tulang baru. Kehadiran pori-pori dalam perancah HA diperlukan untuk pembentukan jaringan tulang untuk migrasi osteoblas dan proliferasi dan vaskularisasi. Selain itu, permukaan berpori dapat meningkatkan daya ikat mekanis antara implan dan tulang sehingga memberikan stabilitas mekanik yang lebih besar [9]. Pori-pori pada perancah dapat dibentuk dengan menggunakan templat yang diresapi oleh suspensi biomaterial (metode replika / polimer spons) [8].

Pisang (*Musa Paradisiaca*) adalah tanaman monokotil tahunan dalam bentuk pohon yang tersusun dari batang semu [10]. Pelepeh pisang memiliki pori-pori yang terdiri dari struktur seperti jaring yang membentuk sistem pori hierarkis multimodal sehingga dapat digunakan sebagai pembangun struktur / templat dalam pembuatan bahan berpori [11].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat implan tulang berbasis HA dengan menggunakan pelepeh pisang sebagai templat pembentuk pori dalam proses pembuatan implan. Selanjutnya untuk menguji karakteristik implan yang dihasilkan.

## 2. Metodologi Penelitian

### **Bahan baku**

Bahan baku dalam penelitian ini diantaranya adalah bubuk hidroksiapatit, pelepeh pisang (*Musa paradisiaca*), tepung sagu (*starch*), Darvan 821A (R.T. Vanderbilt, USA), minyak goreng, dan aquades. Pelepeh pisang berfungsi sebagai pembentuk pori, *starch* sebagai *binder* dan Darvan 821A sebagai dispersan, sedangkan minyak goreng di gunakan sebagai pelumas untuk mempermudah pelepasan sampel dari  *mold* [Fadli & Sopyan, 2009].

### **Peralatan**

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tungku meredam (PPF-1300, Indonesia), oven (Cosmos CO 9919, Indonesia), dan pengaduk magnetik (Dragon Lab MS-H280 Pro, China).

## **Pembuatan Hidroksiapatit Berpori**

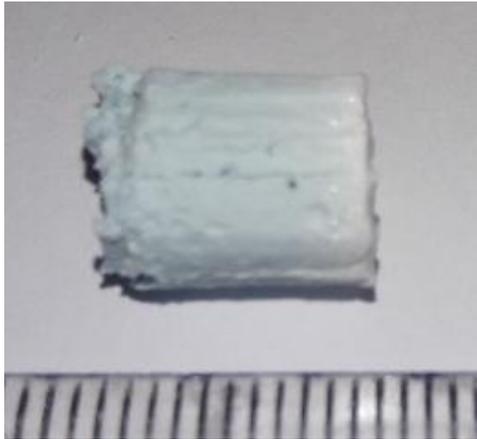
Penelitian ini dimulai dengan tahap persiapan templat. Daun pisang dipotong melingkar dengan diameter 1 cm dan panjang 1 cm. Juga bubur dibuat dengan mencampurkan (8,32, 10,00 dan 11,68) gram bubuk HA, 11% sagu massa HA, 3% Darvan 821A dan 10 gram air suling. Bubur diaduk dengan pengaduk magnetik pada 350 rpm selama 24 jam. Pelepeh diresapi dengan bubur dan dicetak dengan bantuan cetakan, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 2 jam. Tubuh hijau yang terbentuk dihilangkan dengan isi komponen organik melalui proses pembakaran pada 600 ° C selama 1 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses sintering pada 1300 ° C selama 1 jam pada laju 3 ° C / menit.

### **Karakterisasi**

Porositas implan diperoleh dengan menghitung kerapatan dan kerapatan relatif. Morfologi dan ukuran implan terlihat menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Kekuatan tekan implan diperoleh dari analisis menggunakan Universal Testing Machine. Analisis X-ray Diffraction (XRD) digunakan untuk melihat kristalinitas implan yang dihasilkan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan daun pisang (*Musa Paradisiaca*) sebagai templat. Gambar 1.a. menunjukkan sampel HA menggunakan 8.32 gr, Gambar 1.b menunjukkan sampel dengan nomor HA 10 gr, dan gambar 1.c dalam sampel 11.68 gr. Tubuh hijau yang terbentuk menunjukkan produk putih dan silindris dengan panjang dan diameter 1 cm.



**Gambar 1.** Porouse body dengan HA 10 gr

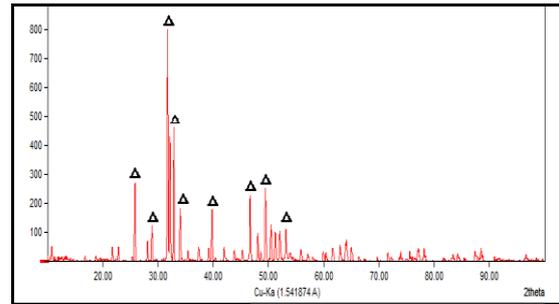
Bodi mengalami penyusutan setelah disinter menggunakan tungku. Penyusutan terjadi karena bahan organik seperti pisang dan pisang telah menghilang karena disinter pada suhu 1300°C. Penyusutan ini mempengaruhi pembentukan porositas dalam produk. Jumlah penyusutan ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Penyusutan Hidroksiapatit berpori dengan variasi HA

Jumah HA	Shrinking (%)
8.32 gr	60.60
10.00 gr	56.78
11.68 gr	55.30

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak HA digunakan, semakin besar penyusutannya. Ini karena komposisi bahan organik hilang ketika proses sinterring lebih kecil ketika penambahan HA adalah 11,68 gr dibandingkan dengan jumlah HA 8,32 gr.

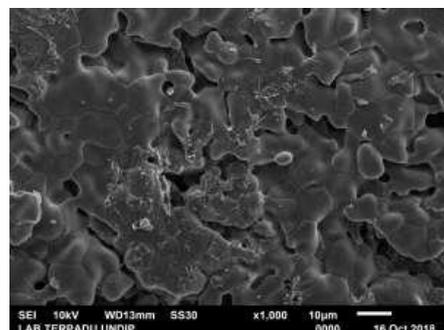
Selanjutnya, untuk menentukan tingkat kristalinitas dan kemurnian produk, pengujian X-Ray Diffraction (XRD) dilakukan. Hasil tes untuk sampel dengan jumlah HA 10 gr ditunjukkan pada grafik pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2.** Scaffold diffractogram dalam sampel dengan variasi HA 10 gr

Pada hasil analisis XRD dapat dilihat bahwa fase kristal dari kompuler sampel ditunjukkan dari puncak grafik. Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa puncak merah memiliki lebar kecil, dan nilai kristalinitas tinggi. Dalam grafik juga dapat dilihat bahwa tidak ada puncak berwarna lain, bahwa kemurnian produk yang diperoleh sangat baik.

Gambar 3. menunjukkan morfologi scaffold HA pada jumlah HA 11,68 gr pada perbesaran (a) 1000 kali (b) 3000 kali. Pori terbuka yang terbentuk memiliki ukuran antara 30-50 µm.



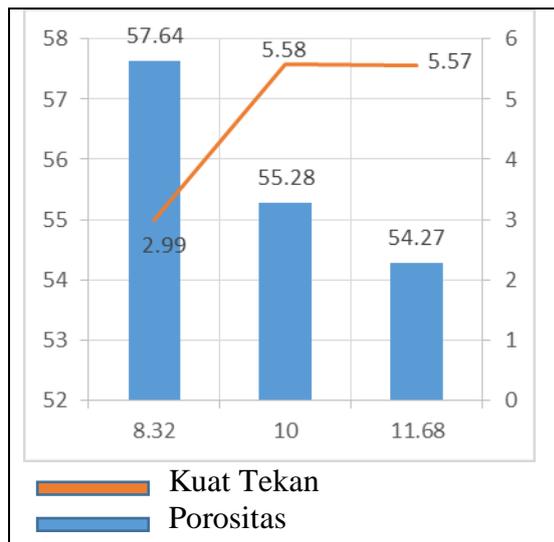
**Figure 3.** Morfologi perancah dalam jumlah HA 11,68 pada pembesaran 3000 kali

Tabel 2 menunjukkan kepadatan produk yang diproduksi dengan variasi jumlah HA. Penambahan HA menyebabkan peningkatan kepadatan produk, karena lebih banyak komposisi tubuh hijau terbentuk setelah proses sinterring.

**Table 2.** Densitas Hasil dengan Variasi HA

Jumlah HA	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )
8.32 gr	1.33
10.00 gr	1.40
11.68	1.44

Dalam grafik berikut dapat dilihat bahwa hubungan antara jumlah HA dengan kuat tekan (MPa) dan porositas sampel, semakin banyak digunakan, semakin besar kekuatan tekan, dan semakin kecil porositas sampel. Porositas implan yang diperoleh berada pada kisaran 54,27-57,64% dan kekuatan tekan implan berada pada kisaran 2,99-5,58 MPa.



**Figure 4.** Hubungan antara pengadukan nomor HA dan porositas sampel kuat tekan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, telah ditunjukkan bahwa HA Scaffold telah berhasil dibuat menggunakan daun pisang (*Musa Paradisiaca*) sebagai templat pembentuk pori. Implan dapat diaplikasikan secara mekanis ke tulang keropos.

#### 4. Kesimpulan

Implan hidroksiapatit (HA) telah berhasil dibuat dengan menggunakan daun pisang (*Musa Paradisiaca*) sebagai templat pembentuk pori dan sagu sebagai pengikat. Implan yang diperoleh memiliki porositas 54,27-57,64%, dan kuat tekan 2,99-5,58 MPa. Secara mekanis implan yang dihasilkan memenuhi persyaratan untuk diterapkan pada tulang keropos.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kemenristekdikti atas pembiayaan

penelitian ini pada tahun 2018 dan *Biomaterial Researc Grup*.

#### Daftar Pustaka

- [1] Dumitrescu, A.L. 2011. Bone Grafts and Bone Graft Substitutes in Periodontal Therapy. *Chemical in Surgical Periodontal Therapy*. Springer-Verlag. Berlin.
- [2] Lesmana. 2012. Pabrik Mini Siap Produksi Implan Tulang. *Majalah Sains Indonesia*. <http://www.sainsindonesia.co.id>. 24 Maret 2015.
- [3] 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.
- [4] Moore, W.R., S.E Graves., G.I Bain. 2001. Synthetic bone graft substitutes. *ANZ Journal of Surgery* 71 (6): 354-361.
- [5] Oktaviani, Z. 2017. Indonesia Masih Bergantung pada Alat Kesehatan Impor. *Republika*. Jakarta.
- [6] Rahmawati, I. 2012. Analisis Kejadian Fraktur Terbanyak pada Korban Kecelakaan Lalu Lintas serta Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Kejadiannya. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [7] 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.
- [8] Sopyan, I., dan J. Kaur. 2009. Preparation dan characterization of porous hydroxyapatite through polymeric sponge method. *Ceramic International* 35: 3161-3168.
- [9] 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.

- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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): 147–15.