

PENGARUH TEGANGAN LISTRIK DAN WAKTU PELAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA LOGAM 316L DENGAN METODE ELEKTROFORESIS DEPOSISI (EPD)

Mayang Sari¹, Ahmad Fadli², Amun Amri²
Laboratorium Material dan Korosi
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
¹Email : mayangss92@gmail.com

ABSTRACT

Stainless steel 316L is a metal which used to bone plate, this metal has low biocompatibility in a human body. The stainless steel 316L need to be coated by HA for increased their biocompatibility. The purpose of this research is to learn the effect of applied voltage and deposition time, then characterize HA coated 316L stainless steel. Stainless steel 316L put into alcohol and water solution for 1 hour. The HA powder was deposited by electrophoretic deposition (EPD) using carbon as anode and stainless steel 316L as cathode. It was observed from SEM analysis that HA deposited on stainless steel increased with higher voltage, thickness of HA layer on stainless steel was 30 μm , 45 μm and 55 μm for deposition 17 minutes and applied voltage 40, 60 and 80 volt. Thickness of HA layer on substrate increased, as the time deposition increased with result 30 μm dan 55 μm at deposition 80 volt and deposition time 2 and 17 minutes. HA coatings at applied voltage 80 volt and deposition time 17 minutes was obtained suitable for bone plate.

Keywords : Coating, Electrophoretic Deposition, Hydroxyapatite, Stainless Steel 316L

1. Pendahuluan

Tulang merupakan jaringan yang berfungsi sebagai rangka, penyokong dan pelindung organ tubuh serta sebagai penghubung antar otot sehingga memungkinkan terjadinya pergerakan [Rivera-Munoz, 2011]. Kerusakan tulang dapat terjadi karena faktor kecelakaan maupun penyakit [Sitoresmi, 2013]. Kerusakan tersebut dapat diatasi melalui pemasangan pen (implantasi) pada bagian tulang yang patah untuk mengembalikan posisi patahan tulang ke posisi semula (reposisi) dan mempertahankan posisi itu selama masa penyembuhan (imobilisasi).

Logam yang biasa digunakan sebagai implan diantaranya Stainless steel (SS), paduan Co-Cr dan paduan Titanium (Ti) [Nurbainah dkk, 2009]. SS memiliki sifat non toksik, kuat, tahan korosi, kadar impuritas rendah dan mudah dibentuk tetapi tidak dapat mempengaruhi

bioaktifitas dalam tubuh. Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) yang biasa disingkat HA memiliki karakter dapat menyatu dengan tulang manusia serta sifat bioaktifitas yang tinggi. Pelapisan HA pada permukaan logam dapat meningkatkan biokompabilitas material implan.

Bowo [2009] melapisi logam stainless steel 316L dengan HA menggunakan metode EPD dan penambahan TEA dan pelarut etanol dengan variasi peubah waktu 1 dan 2 menit, sedangkan tegangan yang digunakan 90, 120 dan 150 V. Didapat hasil pelapisan terbaik menggunakan tegangan listrik 120 V selama 2 menit. Nurbainah, dkk [2009] menggunakan tegangan 30, 60 dan 90 volt selama 1, 2 dan 3 menit pada saat pelapisan menggunakan HA serta pelarut etanol, penggunaan variabel tegangan listrik 60

volt selama 2 menit menunjukkan hasil pelapisan yang paling merata pada permukaan logam stainless steel 316L dengan menggunakan metode EPD ini.

EPD merupakan metode pelapisan menggunakan teknik pemisahan komponen atau molekul bermuatan berdasarkan perbedaan tingkat migrasinya dalam sebuah medan listrik. EPD terdiri dua tahapan, yaitu tahapan elektroforesis dimana aliran listrik antara dua elektroda positif dan negatif menyebabkan partikel di dalam larutan HA bergerak ke arah yang berlawanan dengan muatannya. Tahapan selanjutnya adalah deposisi partikel HA yang menempel pada logam stainless steel [Corni, 2008]. Metode EPD memiliki kelebihan pelapisan yang tipis dan merata, proses pada temperatur yang rendah, murah, tanpa fase transformasi selama pelapisan dan kekuatan pelapisan yang tinggi [Marist, 2011].

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh tegangan dan waktu pelapisan terhadap ketebalan dan karakter logam stainless steel serta melakukan karakterisasi logam yang telah dilapisi dengan HA menggunakan XRD, SEM dan uji korosi.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Bahan dan alat yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Hidroksipatit hasil sintesa kulit kerang menggunakan metode hidrotermal suhu rendah yang telah dilakukan penelitian sebelumnya, aquadest dan alkohol sebagai pembersih logam, Stainless steel 316L logam yang akan dilapisi, Karbon sebagai elektroda positif, dan etanol untuk pelarut untuk proses EPD.

Alat yang digunakan adalah *furnace* (Nabertherm, Jerman) sebagai tempat kalsinasi produk yang dihasilkan, *magnetic stirrer* berfungsi sebagai alat pengaduk, amplas grid 500 untuk penyeragaman permukaan logam, alat-alat gelas contohnya gelas kimia dan gelas

ukur, thermometer raksa untuk mengukur suhu dan rangkaian alat EPD.

2.2 Prosedur Penelitian

Variabel berubah pada penelitian ini yaitu tegangan listrik yang digunakan yaitu 40, 60 dan 80 volt serta waktu pelapisan selama 2 dan 17 menit. Logam stainless steel 316L dipotong dengan ukuran 20x20x1 mm, setelah itu logam dilakukan pengkasaran permukaan logam dengan kertas amplas grid 500, setelahnya logam direndam dalam larutan alkohol dan aquadest selama 1 jam.

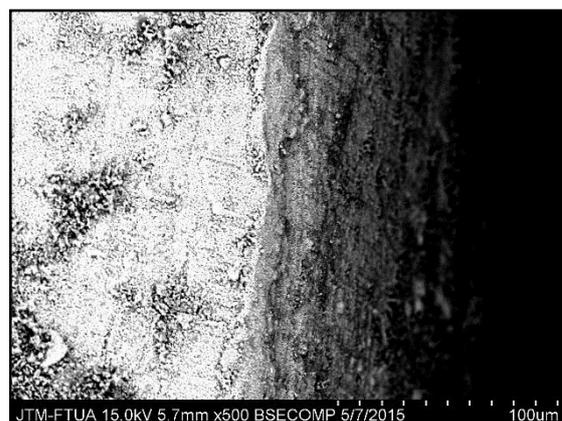
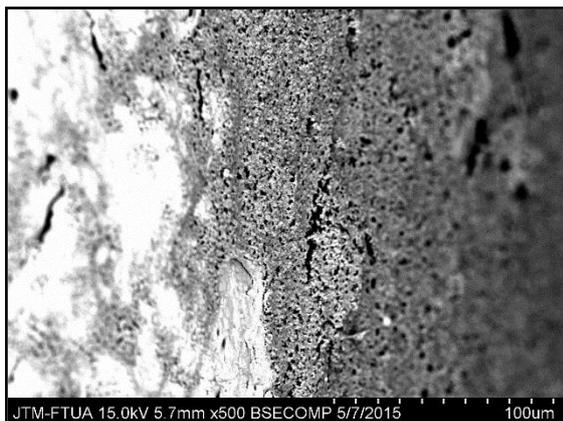
Tahap kedua yaitu tahap pelapisan permukaan logam dengan menggunakan metode EPD. Larutkan HA sebanyak 0,3 gram dengan 20 mL etanol kemudian diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 2 jam. Kemudian ke dalam larutan yang telah homogen dicelupkan logam stainless steel dan karbon. Kedua elektroda kemudian dihubungkan dengan sumber listrik dengan variasi tegangan listrik dan waktu pelapisan yang telah ditentukan. Tahapan selanjutnya yaitu analisa menggunakan XRD (X-Ray Diffraction), SEM (Scanning Electron Microscopy) dan uji

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa SEM

Morfologi HA dapat dikarakterisasi dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Selain itu dapat juga dilihat ketebalan HA yang terdeposisi pada Stainless steel 316L. Ketebalan HA akan semakin meningkat dengan bertambahnya tegangan listrik yang digunakan. Selain itu, ketebalan lapisan juga akan semakin bertambah dengan bertambahnya waktu pelapisan yang dilakukan.

Bertambahnya waktu pelapisan pada tegangan listrik 40, 60 dan 80 volt dengan waktu pelapisan selama 17 menit didapat ketebalan lapisannya yaitu 30, 45 dan 55 μm .

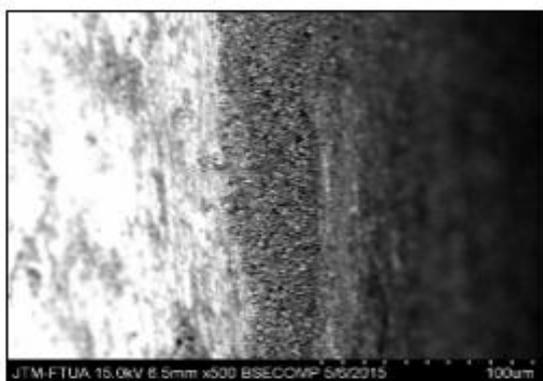


Gambar 2 Tampak lintang Stainless steel 316L yang telah dilapisi HA waktu pelapisan 17 menit dan tegangan listrik 40 dan 60 volt

Pada Gambar 3 dapat dilihat lapisan HA semakin meningkat dengan semakin bertambahnya waktu pelapisan logam stainless steel 316L dengan HA. Ketebalan HA yang didapat yaitu 30 dan 55 μm pada waktu pelapisan 2 dan 17 menit.

Semakin meningkatnya waktu deposisi, maka laju deposisi akan semakin menurun. Hal ini disebabkan adanya

penurunan medan listrik ketika elektroforesis terjadi [Saxena & Abhinanan, 2010]. Selain itu ketebalan lapisan akan semakin meningkat dan partikel yang terdapat pada suspensi akan semakin sedikit, sehingga semakin lama waktu deposisinya, maka laju deposisinya akan semakin menurun [Besra & Liu, 2007].

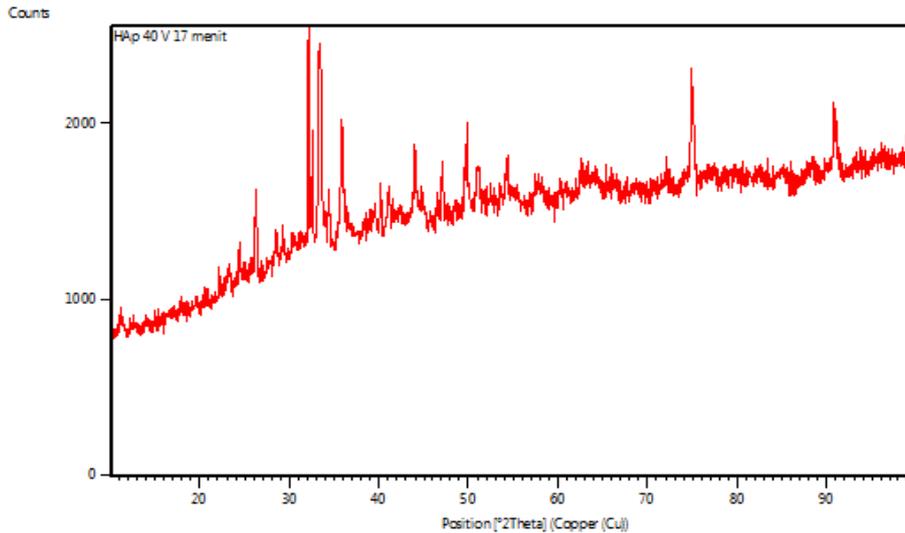


Gambar 3 Tampak lintang stainless steel 316L yang telah dilapisi HA dengan tegangan listrik 80 volt selama 2 dan 7 menit

3.2 Analisa XRD

Puncak HA sampel memiliki hkl yang mirip dengan pola karakterisasi hasil analisa XRD hidroksiapatit standar dari data JCPDS dengan No. 09-432 yakni

(002), (211), (112) dan (300) dengan sudut 2θ 25,879°, 31,773°, 32,196° dan 32,902°.



Gambar 4 Difraktogram pelapisan HA pada logam stainless steel 316L

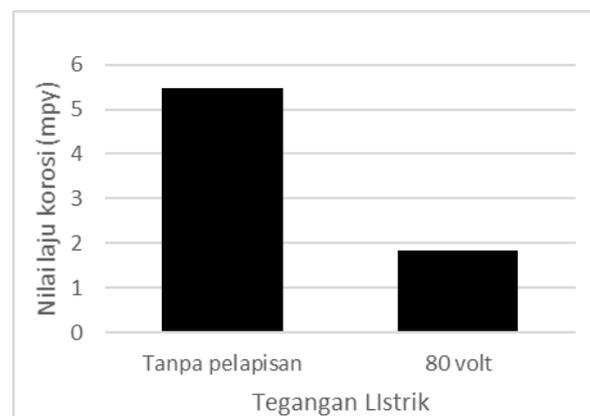
Analisa XRD untuk memastikan bahwa yang menempel pada logam SS 316L adalah partikel HA atau senyawa apatit lainnya. Selain itu, analisa XRD juga dilakukan untuk melihat kemungkinan adanya reaksi kimia yang mungkin terjadi saat partikel HA menempel pada logam SS 316L. Puncak lain yang terdeteksi adalah puncak CaO dan CaCO₃.

Analisa XRD dilakukan dengan pendekatan pada data paduan logam baja (Fe, C) sebab semua unsur penyusun stainless steel akan melebur ke dalam senyawa Fe yang jumlahnya paling besar. Data ini disesuaikan dengan data JCPDS dengan No. 31-0619 yang menunjukkan puncak austenik logam stainless steel (Fe, C). Pada Gambar 4.4 (a) puncak yang didapat pada 44,18°, 51,39°, 75,77° dan 92,16°.

3.3 Uji Korosi

Semakin kecil nilai laju korosi suatu logam, maka logam tersebut akan memiliki ketahanan korosi yang semakin baik. Nilai laju korosi yang didapat yaitu 4,872, 4,263 dan 1,827 mpy, nilai yang

didapat akan menurun dengan semakin bertambahnya tegangan listrik yang digunakan. Lapisan yang semakin tebal akan memberikan perlindungan logam terhadap korosi. Ketahanan korosi yang dimiliki lapisan ini lebih baik karena penyebaran HA yang lebih merata pada lapisan permukaan logam, sehingga korosi yang terjadi pada substrat sangat sedikit.



Gambar 5 Nilai laju korosi pada stainless steel tanpa pelapisan dan pelapisan pada 17 menit 80 volt

4. Kesimpulan dan Saran

HA yang menempel pada material logam akan semakin banyak dengan

bertambahnya tegangan listrik yang digunakan. Waktu pelapisan yang semakin lama akan menyebabkan HA yang terdeposisi semakin meningkat. Pada saat tegangan listrik yang digunakan 80 volt dan waktu pelapisan 17 menit didapatkan pelapisan HA yang maksimum dengan ketebalan lapisan 55 μm serta ketahanan korosi yang paling baik dengan nilai laju korosi 1,827 mpy.

Untuk memaksimalkan kestabilan HA dalam larutan etanol dengan menambahkan dispersan ataupun *binding agent*.

5. Daftar Pustaka

- Besra, L. & Liu, M. (2007). A review on fundamentals and applications of electrophoretic deposition (EPD). *Materials Science*, 52: 1-61.
- Bowo, H. (2009). Pelapisan senyawa apatit pada permukaan baja tahan karat 316L dengan metode deposisi elektroforesis. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Corni, I., Ryan, M. P., Boccaccini, A. R.. (2008). Electrophoretic deposition: from traditional ceramics to nanotechnology. *Journal of the European Ceramic Society*, 28: 1353-1367.
- Marist, A. I. (2011). Pelapisan komposit hidroksiapatit-kitosan pada logam stainless steel 316 untuk meningkatkan ketahanan korosi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Nurbainah, E., Sulistioso, G.S., Wahyudi, S. T., Sitompul, A.. (2009). Pelapisan SS 316L dengan hidroksiapatit menggunakan teknik electrophoretic deposition. *Jurnal Sains Materi Indonesia* : 50-55.
- Rivera-Munoz, E. M.. (2011). Hydroxyapatite-based materials: synthesis and characterization. *Biomedical Engineering* – Frontiers an Challenge. <http://www.intenchopen.com>, diakses pada tanggal 15 November 2014, pukul 14.00 WIB
- Saxena, A. & Abhinanan, R. (2011). Study of hydroxyapatite and hydroxyapatite-chitosan composite coatings on stainless steel by electrophoretic deposition method. Thesis Bachelor. National Institute of Technology: Rourkela.
- Sitoresmi, I. P.. (2013). Sintesis hidroksiapatit berpori dari cangkang telur ayam dan porogen dari kitosan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.