

## Elektrodeposisi Komposit Hidroksiapatit-Kitosan Dari Bahan Lokal Pada Baja Tahan Karat SS 304

### *Electrodeposition of Composite Hydroxyapatite-Chitosan from Local Materials on Stainless Steel 304*

Sarah Nazma'ul Aulia<sup>1,\*</sup>, R. Henny Mulyani<sup>1</sup>, Djoko Hadi Prajitno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani, Jl. Terusan Gatot Subroto, Bandung, 40284

<sup>2</sup> Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan, BATAN, Jl. Tamansari No. 17, Bandung, 40132

\*E-mail: [sarahnazmaulauliasa@gmail.com](mailto:sarahnazmaulauliasa@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v2i2.37>

Received: 29 Oct 2019, Revised: 17 Nov 2019, Accepted: 18 Nov 2019, Online: 30 Nov 2019

#### Abstrak

Pada penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh waktu proses dan perbedaan komposisi kitosan pada larutan paduan Hydroxyapatite (HA) terhadap efisiensi berat endapan hasil proses Elektrodeposisi. Pengujian karakterisasi yang dilakukan meliputi, pengujian *X-ray diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Simulated Body Fluid* (SBF). Penambahan kitosan pada larutan paduan HA sangat berguna untuk meningkatkan daya lekat lapisan endapan pada substrat, karena sifat HA sangat rapuh ketika bersentuhan langsung dengan cairan tubuh manusia karena tingkat stabilitasnya rendah. Di penelitian ini puncak tertinggi pada pola difraksi sinar X terdapat pada komposit HA+Kitosan 20% (1 jam) yaitu posisi 31,91, dan untuk %berat kandung kalsium (Ca) pada sampel HA+Kitosan 20% (1 jam) juga tertinggi di antara sampel lain yaitu sebesar 27,03%. Pada hasil uji SBF laju korosi tertinggi ada pada sampel uji HA+Kitosan 10% yakni sebesar 1,076 mpy, sedangkan untuk sampel HA+Kitosan 20% hanya sebesar 0,058 mpy.

**Kata kunci:** elektrodeposisi, hydroxyapatite, kitosan, ultrasonic stirrer, XRD, SEM-EDS, SBF, kalsium

#### Abstract

*In this Research to determine the effect of processing time and the difference of the composition of chitosan in Hydroxyapatite (HA) solution to the weight efficiency of the result from the electrodeposition process. The process of stirring with an ultrasonic stirrer is important, so that the colloidal powder contained in the electrolyte solution becomes homogeneous. Characterization tests include X-ray Diffraction (XRD) testing, scanning Electron Microscopy (SEM) and Simulated Body Fluid (SBF). The addition of chitosan to HA alloy solutions is very useful to increase the stickiness of the sediment layer on the substrate, because the properties of HA is very fragile when in direct contact with human body fluids its because of the low level of stability. In this study the highest peak on the X-Ray Diffraction pattern was found in the composite HA + Chitosan 20% (1 hour), which is the position 31.91, and for the % weight of calcium (Ca) in the HA + Chitosan sample 20% (1 hour) also the highest among other samples was 27.03%. From the SBF test results, the highest corrosion rate in the HA + Chitosan 10% sample is 1.076 mpy, while for the HA + Chitosan sample 20% is only 0.058 mpy.*

**Keywords:** Electrodeposition, Hydroxyapatite, Chitosan, Ultrasonic Stirrer, XRD, SEM-EDS, SBF, Calcium

## 1 Pendahuluan

Permintaan biomaterial berbasis logam dan keramik meningkat tajam, hal ini disebabkan oleh meningkatnya angka kecelakaan baik darat, laut atau pun udara. Jutaan orang mengalami cacat tulang yang disebabkan oleh trauma, penyakit tulang dan kasus-kasus lain yang menyebabkan kematian. Kerusakan tulang dapat diatasi dengan pemasangan implantasi guna mengembalikan posisi tulang ke semula (reposisi) dan mempertahankan posisi itu selama masa penyembuhan berlangsung [1,2].

Biomaterial merupakan material sintesis yang digunakan untuk menggantikan bagian dari sistem hidup atau yang terikat atau berhubungan langsung dengan jaringan hidup. Biomaterial berbasis logam harus memiliki sifat biokompabilitas yang tinggi agar keberadaannya tidak dianggap beda asing oleh tubuh, penggunaan logam yang memiliki biokompabilitas rendah dapat mengakibatkan korosi pada logam yang diakibatkan oleh cairan tubuh manusia. Korosi dalam implan logam dapat mengakibatkan inflamasi disekitar jaringan implan, sehingga apabila digunakan untuk jangka panjang akan sangat berbahaya bagi tubuh [1,3].

Salah satu biomaterial berbasis logam adalah Stainless Steel, Stainless steel adalah baja paduan yang mengandung krom minimum sebanyak 10,5% didalamnya [4]. Stainless Steel 304 merupakan Austenitik Stainless Steel yang menggunakan standard dari SAE amerika "304" yang menunjukkan bahwa adalah Stainless Steel jenis ini merupakan subtype karbon rendah dari Stainless Steel. Komposisi kandungan dari 304 itu sendiri adalah mengandung 18-20% Cr dan 8-10,5% Ni. Namun seiring dengan berjalannya waktu penggunaan stainless steel untuk aplikasi biomaterial menurun, Hal ini disebabkan oleh sifat ketahanan korosi stainless steel lebih rendah ketimbang biomaterial berbasis logam lain, seperti Ti based, Mg based, Pt based.

Oleh karena itu untuk memperbaiki ketahanan korosinya peneliti akan menambahkan unsur kitosan yang dipadu oleh hydroxyapatite. Kitosan adalah turunan kithin yang hanya dibedakan oleh gugus radikal  $\text{CH}_3^+$ .  $\text{CO}^-$  pada struktur polimernya. Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, Suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa.

Hydroxyapatite (HA) adalah komponen utama struktur tulang manusia dengan rumus kimia  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$  [5].

Metode yang digunakan untuk menambahkan unsur kitosan dan HA yaitu elektrodeposisi. Elektrodeposisi merupakan teknik yang paling efektif untuk menghasilkan lapisan tipis maupun tebal yang berasal dari suspensi nanopartikel [6].

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan ketahanan korosi pada logam *stainless steel* 304 dengan melapiskan endapan komposit hidroksiapatit-kitosan pada logam dengan menggunakan metode elektrodeposisi.

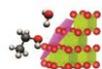
## 2 Metode Penelitian

### 2.1. Preparasi HA dari Tulang Kambing

Pemanasan tulang kambing dengan menggunakan tungku muffle selama 1 jam dengan pada temperatur 800 °C, ditumbuk kasar dengan menggunakan mortar hingga sedikit halus lalu di gerus menggunakan mesin penggerus serbuk selama 1,5 jam. Serbuk HA yang telah dihasilkan dilakukan pengujian *Particle Size Analysis* (PSA) guna mengetahui ukuran besar butirnya.

### 2.2. Preparasi Serbuk Kitosan dari Cangkang Rajungan

Kemudian pembuatan serbuk kitosan, tahap pertama preparasi cangkang rajungan dicuci bersih dan dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari. Kemudian dihaluskan Serbuk rajungan tadi kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C dalam oven selama 2 hari. Serbuk rajungan dimasukan kedalam gelas kimia berukuran 600 ml dan dilarutkan kemudian dengan HCl 1 M dengan perbandingan sebesar 1:10 b/v selama 2 jam pada suhu kamar. Setelah larut kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Residu yang diperoleh kemudian dicuci dengan menggunakan akuades hingga kondisi netral tercapai. Residu yang telah netral dikeringkan pada suhu 60 °C. Serbuk hasil demineralisasi dimasukan ke dalam labu Erlenmeyer berukuran 500 ml kemudian ditambahkan NaOH 4% dengan perbandingan konsentrasi sebesar 1:14 b/v. Campuran ini kemudian dipanaskan sambil diaduk pada suhu 80 °C selama 1 jam pada kondisi refluks. Kemudian disaring menggunakan kertas saring, residu yang merupakan kithin dicuci menggunakan akuades hingga kondisi netral. Setelah kondisi netral tercapai, kithin tersebut dikeringkan pada suhu 60 °C selama 2 hari. Serbuk yang didapatkan dari hasil deproteinasi dilanjutkan dengan proses deasetilasi dengan cara menambahkan NaOH 60% dengan perbandingan 1:20 b/v selama 3 jam pada



suhu 120 °C. Kemudian campuran tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring, residu yang merupakan kitosan dicuci menggunakan akuades hingga netral. Setelah netral, kitosan yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C selama 24 jam. Lalu serbuk kitosan di karakterisasi menggunakan alat uji FTIR.

### 2.3. Persiapan Awal Permukaan Spesimen Uji

Dilakukan proses persiapan awal permukaan pada Spesimen uji SS304, yaitu melakukan pengamplasan dengan amplas 800, 1000 dan 1500 Mesh kemudian dibilas dengan aquadest, kemudian degreasing menggunakan larutan NaOH 5 M direndam selama 1 jam, lalu bilas dengan aquadest. Kemudian pickling, Pickling pertama menggunakan larutan HCl 1 M + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M selama 1 Jam lalu bilas dengan aquadest, dan kemudian pickling kedua menggunakan larutan HF 0,01 M + HNO<sub>3</sub> 0,05 M selama 1 jam dan diakhiri dengan bilasan aquadest [1,7,8].

### 2.4. Pembuatan Larutan Campuran HA dan Kitosan

Pembuatan larutan HA dan kitosan dengan dilarutkan pada larutan etanol-air solvent (17% volume air), larutan campuran HA dan kitosan dibagi menjadi 3 variasi komposisi kitosan yakni kitosan 0%, 10% dan 20%.

Sebelum dicampurkan dengan larutan HA, kitosan terlebih dahulu dilarutkan dengan asam asetat 2%. Setelah semua telah tercampur, larutan HA + Kitosan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit, dilanjutkan dengan pengadukan dengan menggunakan ultrasonic stirrer selama 1 jam.

### 2.5. Proses Elektrodeposisi

Proses Elektrodeposisi akan dilakukan dengan menggunakan rapat arus sebesar 1,8 A/cm<sup>2</sup>, 3 variasi waktu yaitu 1 jam, 3 jam, 5 jam. dan 3 variasi komposisi HA+kitosan. 3 sampel untuk masing-masing variasi waktu dengan larutan etanol yang mengandung HA+Kitosan 0%, HA + Kitosan 10%, dan HA + Kitosan 20%.

### 2.6. Proses Karakterisasi Sampel

Proses karakterisasi sampel dilakukan dengan melakukan pengujian X-Ray Diffraction (XRD), Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM-EDS), Simulated Body Fluid (SBF) Dan

perhitungan efisiensi berat endapan. Untuk pengujian SEM-EDS menggunakan pembesaran 5000x dan 2000x untuk masing-masing sampel. Untuk pengujian SBF menggunakan larutan ringer laktat (NaCl 3 g/L, KCl 0,15 g/L, C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub> 1,55 g/L, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,1 g/L. Dan perhitungan efisiensi berat endapan, sebelumnya dibutuhkan data berat endapan secara teoritis berdasarkan persamaan hukum Faraday:

$$W_p = ((e_{HA} \cdot i \cdot t)/F) + ((e_{Kitosan} \cdot i \cdot t)/F)$$

Di mana:

W<sub>p</sub> : Berat Teoritis (gram)  
 e : Berat Molekul HA Dan Kitosan Dibagi Jumlah Elektron Yang Terlibat  
 I : Arus Yang Digunakan (ampere)  
 t : Waktu (detik)  
 F : 96500, tetapan Faraday (Coloumb)

Perhitungan efisiensi berat endapan:

$$\eta_{\text{Pengendapan}} = (W_{\text{Aktual}})/(W_{\text{Teori}}) \times 100\%$$

Di mana:

η<sub>Pengendapan</sub> : Efisiensi Pengendapan  
 W<sub>Aktual</sub> : Berat Aktual  
 W<sub>Teori</sub> : Berat Teoritis

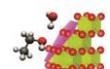
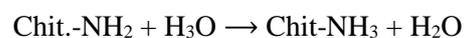
## 3 Hasil dan Diskusi

### 3.1 Persiapan Awal Permukaan

Pada penelitian ini tahapan pickling ada sedikit perbedaan, yakni pickling dilakukan sebanyak 2 kali tahapan hal ini disebabkan oleh terbentuknya oxide scale dan Cr-depleted layer terbentuk selama proses pembuatan material SS 304 pada temperatur tinggi. Descaling dapat dilakukan dengan 2 cara, yakni mechanical scaling dan pickling. 2 kali tahapan pickling dilakukan untuk menghilangkan scale yang menempel pada permukaan spesimen.

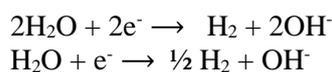
### 3.2 Proses Elektrodeposisi

Pada saat kitosan dilarutkan dalam asam asetat terjadi proses pelarutan dimana gugus amina pada kitosan mengalami proses protonisasi dari NH<sub>2</sub> menjadi NH<sub>3</sub><sup>+</sup> yang ditunjukkan reaksi berikut:



Arus yang diberikan saat proses elektrodeposisi berlangsung menyebabkan molekul ion kitosan bergerak menuju katoda.

Pada saat proses berlangsung dihasilkan gelembung-gelembung udara dipermukaan spesimen uji. Hal ini disebabkan pada katoda terjadi reaksi katodik yang menghasilkan gas H<sub>2</sub>. Reaksi yang terjadi pada katoda adalah sebagai berikut:

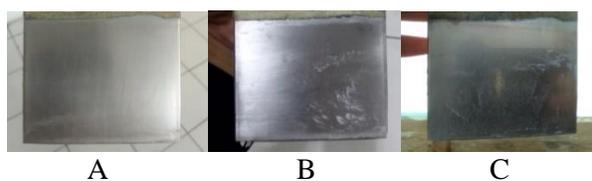


Kitosan yang bergerak menuju katoda ini membentuk endapan pada permukaan katoda (spesimen).

Reaksi Ion OH<sup>-</sup> pada katoda menyebabkan kitosan kehilangan muatannya dan membentuk endapan yang tidak larut [7, 10].

Pada penelitian ini Awal mulanya peneliti melakukan Proses Elektrodeposisi Stainless Steel 304 di dilakukan menggunakan larutan HA+Kitosan 0% dan 3 variasi arus 0,1 A/cm<sup>3</sup>, 0,3 A/cm<sup>3</sup>, 0,5 A/cm<sup>3</sup> dengan waktu proses selama 30 menit, namun didapatkan hasil bahwa daya lekat dari lapisan HA kurang kuat untuk ketiga spesimen, hal ini disebabkan oleh kelemahan HA yang sangat rapuh sehingga sulit untuk dijaga agar tetap pada ditempat sehingga diharuskan untuk mengkombinasikannya dengan matriks polimer seperti kitosan.

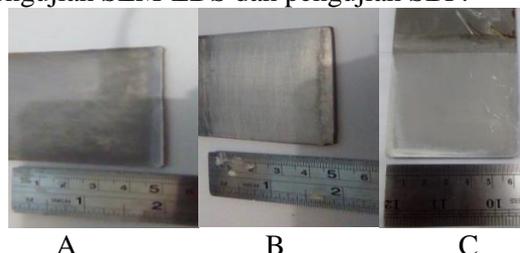
Berikut gambar hasil proses elektrodeposisi pada spesimen HA+Kitosan 0% seperti pada Gambar 1.



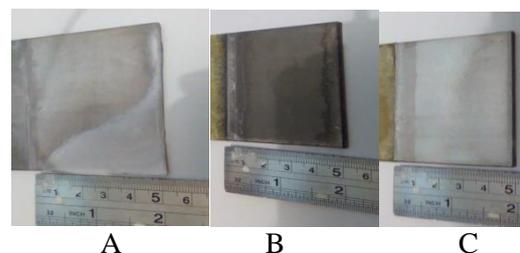
Gambar 1 Foto makro spesimen yang telah dilakukan proses Elektrodeposisi spesimen HA + Kitosan 0%, a). 0.1 A/cm<sup>3</sup>, b). 0.3 A/cm<sup>3</sup>, 0.5 A/cm<sup>3</sup>

Kemudian Dilanjutkan proses elektrodeposisi menggunakan larutan campuran HA + Kitosan 10% dan larutan campuran HA + Kitosan 20% dengan menggunakan arus sebesar 1.8 A/cm<sup>3</sup> dan variasi waktu proses selama 1 jam, 3 jam, 5 jam, didapatkan hasil endapan yang lebih baik dan lebih kuat dibandingkan dengan hasil percobaan sampel HA+Kitosan 0%. Seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Berdasarkan penglihatan secara kasat mata, didapatkan bahwa ada 3 spesimen yang hasil lapisan endapannya lebih baik diantara ke 6 spesimen, yakni spesimen HA+Kitosan 10% selama 5 Jam, spesimen HA+Kitosan 20% selama 1 Jam dan 5 Jam. Ketiga spesimen ini dilanjutkan untuk proses karakterisasi pengujian XRD, Pengujian SEM-EDS dan pengujian SBF.

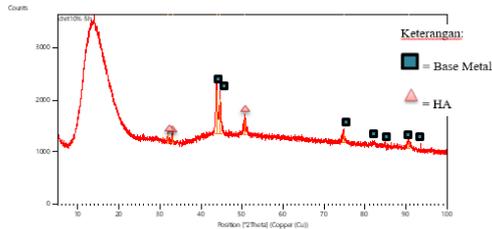


Gambar 2. Foto makro spesimen yang telah dilakukan proses Elektrodeposisi spesimen HA + Kitosan 10%, a). 1 Jam, b). 3 Jam, c). 5 Jam

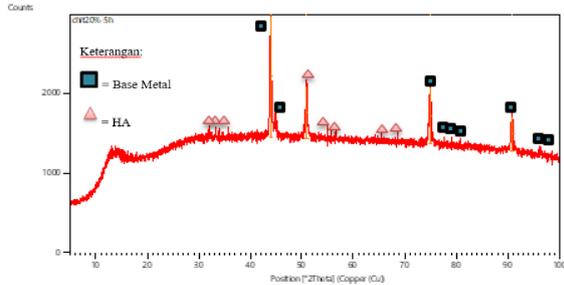


Gambar 3. Foto makro spesimen yang telah dilakukan proses Elektrodeposisi spesimen HA + Kitosan 20%, a). 1 Jam, b). 3 Jam, c). 5 Jam

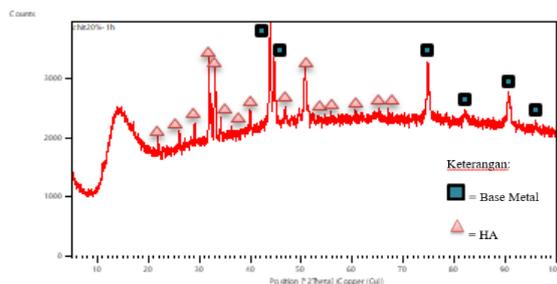
Dari hasil pengujian XRD dapat diketahui bahwa unsur yang terdeteksi adalah alfa HA dan alfa base metal (SS 304). Pada ketiga hasil pengujian XRD menyatakan bahwa peak tertinggi ada pada base metal, meskipun begitu kemunculan HA tetap ada meskipun tidak terlalu signifikan. Pada pola difraksi sinar-X komposit HA+Kitosan yang melapisi logam SS 204 tidak menunjukkan adanya fase kitosan, tidak adanya puncak fase kitosan bukan berarti kitosan tidak menempel pada logam SS 304, fase Kitosan akan muncul pada pola difraksi sinar-X komposit HA + Kitosan apabila kandungan kitosan pada larutan elektrolit melebihi 30% [1]. Peak HA tertinggi pada Sampel HA+Kitosan 20% (1 jam) yaitu pada posisi 31,91 dan yang tertinggi kedua adalah pada sampel sampel HA+Kitosan 20% (5 jam) berada di posisi paling rendah yakni 50,97 dan peak endapan HA terendah adalah HA+Kitosan 10% (5 jam) yaitu pada posisi 50,74.



Gambar 4. Grafik XRD sampel HA + Kitosan 10% (5 Jam)



Gambar 5. Grafik XRD sampel HA + Kitosan 20% (5 Jam)

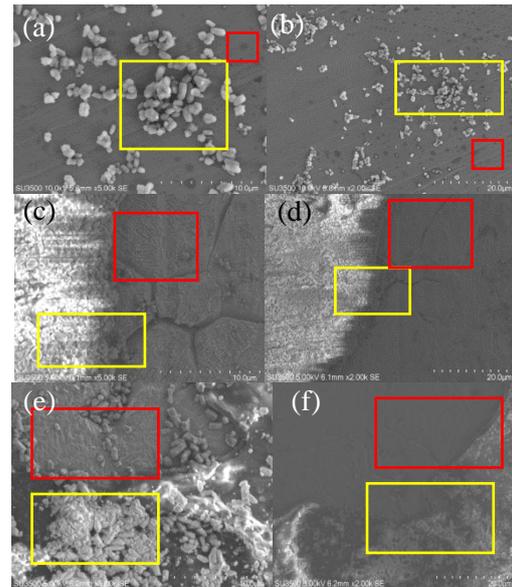


Gambar 6. Grafik XRD sampel HA + Kitosan 20% (1 Jam)

Tabel 1. Komposisi unsur sampel HA+Kitosan berdasarkan analisis EDS

Jenis Unsur	% atomik		
	10% (5 jam)	20% (1 jam)	20% (5 jam)
C	14,68	29,21	29,21
O	48,15	45,54	45,54
F	6,49	-	-
Na	2,40	-	-
P	8,38	8,34	8,34
Ca	12,21	13,91	13,91
Cr	1,99	-	-
Fe	5,71	3,01	3,01

Dari pengujian SEM-EDS kita dapat melihat bahwa lapisan endapan yang terbentuk relatif merata, butir-butir HA yang terbentuk pun halus dan saling berikatan. Ini membuktikan bahwa penggunaan kitosan sebagai matriks polimer sangat membantu proses pelekatan lapisan endapan HA pada substrat.



□ HA      □ Base Metal

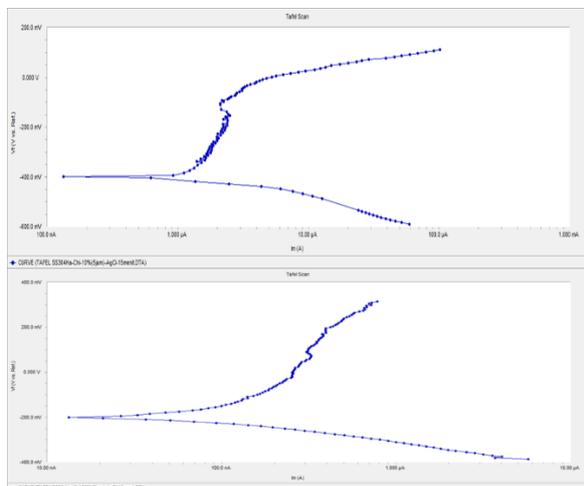
Gambar 7. Hasil pengujian SEM a) sampel HA + Kitosan 10% (5 jam) perbesaran 5000x; b) sampel HA + Kitosan 10% (5 jam) perbesaran 2000x; c) sampel HA + Kitosan 20% (1 jam) perbesaran 5000x; d) sampel HA + Kitosan 20% (1 jam) perbesaran 2000x; e) sampel HA + Kitosan 20% (5 jam) perbesaran 5000x; dan f) d) sampel HA + Kitosan 20% (5 jam) perbesaran 2000x

Berdasarkan Gambar 7 terjadi *charging*, *charging* merupakan penumpukan elektron berlebih pada satu titik ketika proses pengamatan morfologi permukaan, hal ini disebabkan oleh material yang ditembakkan oleh elektron bersifat non-konduktif, hal ini membuktikan juga bahwa adanya lapisan HA pada substrate yang mana telah diketahui bahwa HA merupakan komposit non-konduktif. Hal ini bisa diatasi dengan melapisi kembali sampel yang siap uji dengan logam konduktif seperti emas atau karbon.

Pada grafik yang dihasilkan pengujian EDS, dari ketiga spesimen kandungan kalsium (Ca) tertinggi berada di sampel HA+Kitosan 20% (1 jam) yaitu sebesar 27,03% weight sedangkan yang terendah ada pada sampel HA+Kitosan 20% (5 jam) yaitu hanya sebesar 10,15% weight.

Dari keseluruhan sampel penelitian yang dilakukan, sampel HA+Kitosan 20% (1 jam) lebih unggul ketimbang yang lain, dilihat dari data hasil uji XRD, SEM-EDS, secara teoritis semakin lama waktu proses elektrodposisi semakin banyak pula jumlah endapan yang didapatkan, hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya waktu

kontak antara zat pengendap dengan ion logam dalam larutan dan pada titik tertentu akan terjadi kesetimbangan ketika ion HA yang terdepositasi maksimum, karena terjadi titik jenuh dimana seluruh permukaan katoda terlapis (Eforina, Y.,2013).



Gambar 8. Hasil pengujian SBF pada a) sampel HA+Kitosan 10% (5 jam) dan b) sampel HA+Kitosan 20% (5 jam)

Tabel 2. Nilai-nilai hasil pengukuran SBF

Waktu Perendaman	Keterangan	Spesimen ( <i>as cast</i> )	
		HA+K itosan 10%	HA+Kitosan 20%
15 menit	$\beta_a$ (V/decade)	1,000x $10^{15}$	683.6 x $10^{-3}$
	$\beta_c$ (V/decade)	126,6x $10^{-3}$	117 x $10^{-3}$
	$I_{corr}$ (nA)	2,350	129
	$E_{corr}$ (mV)	-402,0	-202
	Laju korosi (mpy)	1,076	58,99 x $10^{-3}$

Berdasarkan hasil pengujian korosi, terdapat hasil bahwa laju korosi pada spesimen uji HA+Kitosan 10% lebih tinggi ketimbang spesimen uji HA+Kitosan 20%, hal ini disebabkan oleh jumlah kitosan yang lebih banyak memiliki sifat konduktifitas listrik yang lebih rendah sehingga akan menurunkan tegangan dan menghambat proses pelapisan [1].

Jumlah kitosan yang terlalu banyak dapat meningkatkan viskositas larutan, menurunkan mobilitas elektroforetik, dan menurunkan hasil deposit komposit HA+Kitosan pada permukaan logam [9].

Hasil data yang anomali ini mungkin saja disebabkan oleh kesalahan peneliti (human error) atau factor lainnya seperti lingkungan, perlakuan saat preparasi dll. Sebagai sorang peneliti diharapkan untuk memperhatikan dengan benar hal-hal kecil yang terjadi karena kesalahan kecil dapat mengakibatkan kesalahan yang cukup fatal.

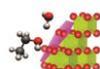
#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai elektrodeposisi komposit hidroksiapatit-kitosan dari bahan lokal pada baja tahan karat SS 304 menghasilkan kualitas yang cukup baik, hasil efisiensi berat endapan pada sampel semakin bagus, didapati hasil berat endapan HA yang tertinggi pada sampel HA+Kitosan 20% (1 jam) yaitu sebesar 27,03% berat kalsium (Ca).

Penambahan kitosan pada larutan paduan HA menjadi solusi terbaik untuk pelaksanaan elektrodeposisi komposit HA, kitosan sangat berpengaruh terhadap daya lekat lapisan endapan HA pada permukaan sampel SS 304.

#### Daftar Pustaka

- [1] Logam, P., Steel, S. and Marist, A. D. I. I. (2011) Pelapisan Komposit Hidroksiapatit-Kitosan Meningkatkan Ketahanan Korosi.
- [2] Oktavia, D., 2009. Menyambung tulang dengan logam, amankah? <http://www.beta.padang-today.com/?mod=artikel&today=detil%id=286>
- [3] Manivasagam, G.,Dhinasekaran, D., Rajaminickam, A., 2010. Biomedical implants: corrosion and its prevention – a review. Recent patent on corrosion science 2: 40-54.
- [4] Wikipedia, 2018. Stainless Steel, [https://en.wikipedia.org/wiki/Stainless\\_steel](https://en.wikipedia.org/wiki/Stainless_steel) (diakses pada tanggal 20 juli 2018)
- [5] Liang LaiBin Lai, dan K. Yen,2017. Paclitaxel/hydroxyapatite composite coatings on titanium alloy for biomedical applications. Taiwan: Of Material Science And Engineering C (2017).
- [6] Kadhim, Abdullatef, Dan Abdulkareem. 2017. Optimization Of Nano Hydroxyapatite/Chitosan Electrophoretic Deposition On 316L Stainless Steel Using Taguchi Design Experiments.Iraq: Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences. Vol. 20 No.5, 2017.



- [7] T. I. Riszki, J. Kimia, F. Matematika, P. Alam, I. T. Sepuluh, and A. P. S. Baja, "Pengaruh Suhu terhadap Kualitas Coating ( Pelapisan ) Stainless Steel Tipe 304 dengan Kitosan secara Elektroforesis," vol. 4, no. 1, pp. 25–28, 2015.
- [8] Euro Inox, 2010. Electropolishing Stainless Steel, Materials And Application Series, volume 11. [http://www.euroinox.org/pdf/map/electropolishing\\_EN.pdf](http://www.euroinox.org/pdf/map/electropolishing_EN.pdf)
- [9] Zhitomirsky, I dan hashambhoy, A. 2007. Chitosan-mediated electrosynthesis of organic-inorganic nanocomposites. Journal of materials processing technology 191,68

