

# Pengaruh Suhu terhadap Kualitas *Coating* (Pelapisan) *Stainless Steel* Tipe 304 dengan Kitosan secara Elektroforesis

Trivina Ira Riszki, dan Harmami

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: harmami@chem.its.ac.id

**Abstrak**—Pelapisan kitosan dengan variasi suhu pada *Stainless Steel* tipe 304 secara elektroforesis telah diteliti. Kualitas hasil pelapisan dengan variasi suhu dikaji dari ketebalan lapisan kitosan dan laju korosinya dalam media NaCl 3%. Ketebalan lapisan kitosan meningkat dan laju korosi menurun dengan meningkatnya suhu proses elektroforesis. Pelapisan kitosan pada suhu 50°C menghasilkan ketebalan lapisan terbaik yaitu sebesar  $49,73 \pm 6,86 \mu\text{m}$  dan laju korosi terendah sebesar 0,00065 mpy.

**Kata Kunci**—Coating; Elektroforesis; Kitosan; *Stainless Steel* tipe 304.

## I. PENDAHULUAN

B AJA merupakan salah satu paduan logam yang banyak digunakan dalam bidang industri. Baja sendiri memiliki banyak tipe, dan salah satu jenis yang sering digunakan sebagai konstruksi dalam industri adalah *Stainless Steel* tipe 304 (SS 304). *Stainless Steel* tipe 304 adalah baja tahan karat tipe austenitik yang merupakan paduan besi, 18% Cr, 8,8% Ni dan logam lain dalam jumlah kecil. *Stainless Steel* tipe 304 sering digunakan sebagai bahan konstruksi utama dalam beberapa industri, antara lain: industri nuklir, petroleum, energi, obat-obatan, industri kimia dan elektrokimia [1]. Baja ini memiliki ketahanan korosi yang baik karena memiliki lapisan krom oksida pada permukaannya. Selain itu baja ini juga sering digunakan dalam beberapa industri makanan dan untuk peralatan makan [2]. *Stainless Steel* tipe 304 dipilih sebagai pengemas makanan karena menawarkan proteksi fisik yang sangat bagus, mudah dibentuk, mudah dibersihkan, dekoratif dan juga tahan terhadap bakteri [3]. Tetapi dalam penggunaannya sebagai pengemas makanan, baja ini akan mengalami kontak dengan asam organik dan garam seperti asam asetat dan natrium klorida dalam makanan. Sehingga baja tersebut akan mudah mengalami korosi.

Korosi merupakan reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Laju korosi ditentukan oleh faktor lingkungan seperti adanya oksigen, pH, dan adanya ion-ion klorida [4]. Korosi dapat menyebabkan penurunan mutu logam, sehingga diperlukan pelapisan atau *coating* untuk melindungi permukaan logam dari korosi. Pada tulisan ini dilakukan *coating Stainless Steel* tipe 304 menggunakan kitosan. Kitosan merupakan suatu amina polisakarida hasil proses deasetilasi kitin. Penggunaan kitosan sebagai *coating* sudah tidak asing lagi. Beberapa contoh penggunaan kitosan

sebagai *coating* antara lain: *coating* kitosan pada paduan aluminium AA-2024 [5], *coating* kitosan secara elektroforesis pada *Stainless Steel* AISI 316 I [6], dan *coating* film kitosan pada paduan TiNi (Titanium Nikel) [7].

Metode *coating* kitosan yang akan digunakan adalah deposisi elektroforesis. Deposisi elektroforesis merupakan proses pembentukan endapan pada permukaan elektroda melalui pemindahan partikel yang terdispersi dalam larutan menuju permukaan elektroda menggunakan medan listrik [8]. Pada proses deposisi elektroforesis, partikel bermuatan atau makromolekul polimer dalam suspensi akan bergerak menuju elektroda dibawah pengaruh medan listrik. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi laju migrasi partikel pada proses elektroforesis yaitu: muatan partikel, medan listrik yang digunakan, suhu dan sifat dari media yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rogacs dan Santiago [9] tentang pengaruh suhu pada proses elektroforesis, didapatkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses elektroforesis maka mobilitas elektroforesis dan konduktivitas larutan juga semakin tinggi. Mobilitas yang semakin tinggi dapat meningkatkan laju pembentukan endapan [10], tetapi suhu yang semakin tinggi menyebabkan pembentukan gas hidrogen pada katoda meningkat, gas hidrogen yang terbentuk berdifusi melalui lapisan endapan sehingga mengakibatkan lapisan menjadi lebih berpori [11]. Dari hasil penelitian Lazic tersebut, didapat suhu yang optimal dalam proses elektroforesis adalah 30°C.

Pelapisan *stainless steel* tipe 304 menggunakan kitosan dengan variasi suhu akan dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu proses elektroforesis terhadap kualitas *coating* kitosan pada *stainless steel* tipe 304 yang dilihat dari ketebalan lapisan dan laju korosi dalam media NaCl 3%.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Preparasi Spesimen Baja

*Stainless Steel* tipe 304 dipotong dengan ukuran 1cm x 5cm. Baja digosok dengan kertas ampelas sampai bersih. Kemudian baja dilapisi dengan cat poliakrilik sampai tersisa area 1cm<sup>2</sup> disalah satu sisi. Baja dikeringkan, lalu dicuci dengan aquades, dan dibilas dengan aseton.

### B. Pembuatan Larutan Asam Asetat 0,525 M

Larutan Asam asetat 0,525 M dibuat dengan mengencerkan 3 ml asam asetat glasial dengan menambahkan aquades dalam labu 100 ml hingga tanda batas.

### C. Pembuatan Larutan Asam Asetat 0,026 M

Larutan Asam Asetat 0,026 M dibuat dengan mengencerkan 25 ml asam asetat 0,525 M dengan menambahkan aquades dalam labu 500 ml hingga tanda batas.

### D. Pembuatan Larutan Kitosan 0,08% (w/v)

Larutan kitosan 0,08% dibuat dengan melarutkan 0,4 gram kitosan dalam asam asetat 0,026 M sampai volume 500 ml.

### E. Pembuatan Larutan NaCl 3% (w/v)

Larutan NaCl 3% dibuat dengan melarutkan 3 gram NaCl dengan menambahkan aquades dalam labu ukur 100 ml hingga tanda batas.

### F. Pelapisan Baja dengan Kitosan

Pada proses ini, spesimen baja yang telah dibersihkan dicelupkan dalam larutan kitosan yang telah disiapkan dan dihubungkan dengan sumber arus. Baja bertindak sebagai katoda dan Platina (Pt) digunakan sebagai anoda. Tegangan yang digunakan adalah 2,5V dan waktu pelapisan adalah 10 menit. Suhu larutan divariasikan pada suhu ruang, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C.

### G. Pengujian dengan Coating Thickness

Pengujian dengan *coating thickness* ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan dari lapisan kitosan yang terbentuk dipermukaan spesimen baja. Untuk uji ini, digunakan masing-masing 3 sampel untuk setiap variasi suhu. Pengujian dilakukan pada 5 titik dari setiap spesimen yang digunakan. 5 titik yang dipilih berada pada bagian atas, tengah, bawah, kiri dan kanan.

### H. Pengujian dengan Polarisasi Potensiodinamik

Uji ini dilakukan untuk mengetahui parameter elektrokimia seperti densitas arus, potensial korosi dan konstanta tafel menggunakan autolab Metrohm tipe AUT84948 yang dilengkapi 3 elektroda. Baja yang telah dilapisi kitosan dirangkai menjadi suatu sel elektrokimia dan dihubungkan pada potensiostat, dimana baja sebagai elektroda kerja, SCE (*Saturated Calomel Electrode*) sebagai elektroda pembanding, dan Platina sebagai elektroda bantu. Kemudian ketiga elektroda tersebut dicelupkan dalam media korosi, media korosi yang digunakan adalah larutan NaCl 3%. Pengukuran dilakukan pada perubahan potensial elektroda -400 mV sampai 100 mV, dan *scan rate* 5 mV/s.

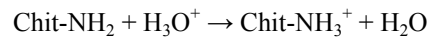
### I. Karakterisasi dengan Mikroskop Optik

Spesimen yang telah dilapisi kitosan pada suhu ruang dan suhu 50 °C diamati tekstur permukaannya dengan menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap tekstur lapisan.

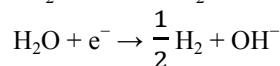
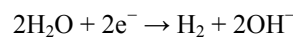
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Proses Elektroforesis

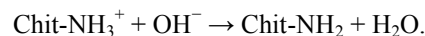
Pada waktu kitosan dilarutkan dalam asam asetat terjadi proses pelarutan dimana gugus amina pada kitosan mengalami protonasi dari  $-NH_2$  menjadi  $-NH_3^+$  yang ditunjukkan reaksi berikut:



Arus yang diberikan saat proses elektroforesis menyebabkan molekul kitosan yang bermuatan bergerak menuju katoda. Saat proses elektroforesis berlangsung, dihasilkan gelembung-gelembung udara dipermukaan katoda (spesimen baja). Hal ini disebabkan karena pada katoda terjadi reaksi katodik yang menghasilkan gas  $H_2$ . Reaksi yang terjadi pada katoda adalah sebagai berikut:



Kitosan yang bergerak menuju katoda membentuk endapan pada permukaan katoda. Ion  $\text{OH}^-$  pada katoda menyebabkan kitosan yang telah terprotonasi kehilangan muatannya dan membentuk endapan yang tidak larut [12]. Proses pembentukan endapan ditunjukkan pada reaksi berikut:



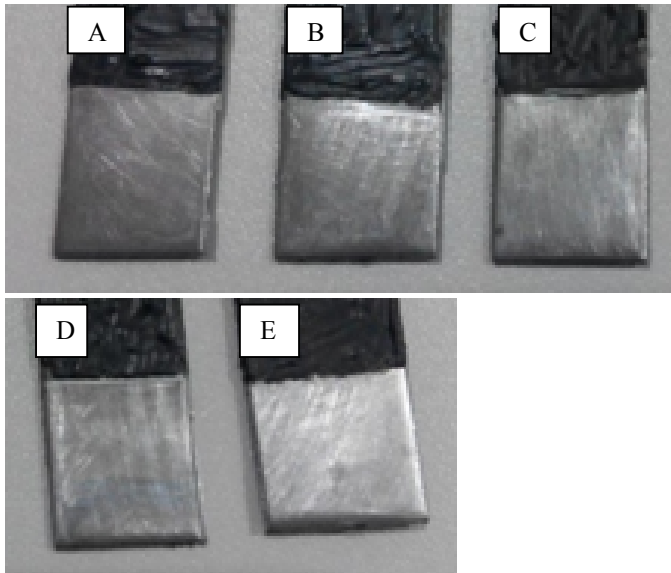
Hasil spesimen *Stainless Steel* tipe 304 yang telah dicoating dengan kitosan ditunjukkan pada Gambar 1.

### B. Pengaruh Suhu Terhadap Ketebalan Lapisan Kitosan

Pelapisan *Stainless Steel* tipe 304 dengan kitosan dilakukan dengan menggunakan tegangan 2,5 V dan rentang waktu 10 menit. Variasi suhu yang digunakan adalah: suhu ruang, 35°C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C, spesimen yang telah dicoating kemudian diuji ketebalannya. Pengujian ketebalan lapisan dilakukan sebanyak 5 titik pada bagian atas, tengah, bawah, kiri dan kanan. Hasil pengujian masing-masing sampel tercantum dalam lampiran C, dan hasil ketebalan rata-rata ditunjukkan pada tabel 1.

Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa ketebalan lapisan semakin meningkat dengan meningkatnya suhu, dengan ketebalan lapisan tertinggi  $49,73 \pm 6,86 \mu\text{m}$  pada suhu 50 °C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa besarnya suhu pada proses *coating* mempengaruhi ketebalan lapisan yang terbentuk pada *Stainless Steel* tipe 304.

Semakin tinggi suhu yang digunakan semakin tebal lapisan yang terbentuk. Menurut Lazic [11] semakin tinggi suhu larutan yang digunakan maka viskositas larutan akan menurun menyebabkan laju pergerakan partikel meningkat. Peningkatan laju pergerakan partikel ini mengakibatkan laju pembentukan lapisan lebih cepat, sehingga lapisan yang terbentuk lebih tebal. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan penelitian Meepho [10], dimana laju pembentukan endapan YSZ (*Yttria Stabilized Zirconia Ceramics*) pada *stainless steel* meningkat dengan meningkatnya suhu larutan YSZ yang digunakan saat proses elektroforesis berlangsung.



Gambar 1 Foto tampilan spesimen yang telah dilapisi kitosan, a) suhu 50°C, b) 45 °C ,c) 40 °C ,d) 35 °C ,e) suhu ruang

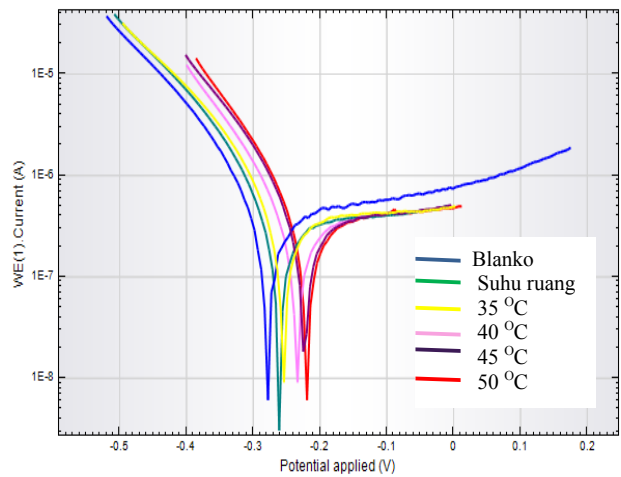
Tabel 1.  
Ketebalan lapisan kitosan pada spesimen

Suhu	Ketebalan
Suhu ruang	44,07 ± 6,05 μm
35 °C	44,33 ± 4,75 μm
40 °C	44,67 ± 5,24 μm
45 °C	45,73 ± 4,78 μm
50 °C	49,73 ± 6,86 μm

**C. Hasil Pengujian dengan Polarisasi Potensiodinamik**

Metode polarisasi potensiodinamik digunakan untuk mengetahui seberapa besar arus korosi ( $i_{corr}$ ) dan potensial korosi ( $E_{corr}$ ) dari spesimen *Stainless Steel* tipe 304 yang telah dilapisi kitosan. Pengujian dilakukan dalam larutan NaCl 3%. Hasil dari pengujian ini berupa kurva polarisasi anodik dan katodik dari *Stainless Steel* tipe 304 yang ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan kurva polarisasi dari spesimen yang belum dicoating dan yang sudah dicoating pada suhu ruang, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Parameter korosi yang meliputi arus korosi dan potensial korosi dicantumkan dalam Tabel 2.

Hasil pada tabel 2 menunjukkan potensial korosi semakin bergeser ke arah positif dan laju korosi semakin menurun seiring dengan meningkatnya suhu. Spesimen yang dicoating pada suhu 50 °C menghasilkan potensial korosi sebesar -220,130 mV dan laju korosi paling rendah sebesar 0,00065 mpy. Hasil dari metode polarisasi tersebut sesuai dengan hasil pengukuran dengan *coating thickness*. Semakin tinggi suhu pada proses elektroforesis menghasilkan lapisan yang semakin tebal. Lapisan kitosan yang terbentuk pada permukaan logam membentuk pembatas antara permukaan logam dengan media pengkorosi yang dapat menurunkan laju korosi. Sehingga semakin tinggi suhu proses elektroforesis, laju korosi akan semakin menurun. Singkatan dan Akronim



Gambar 2 Kurva polarisasi blanko dan spesimen yang telah dicoating dalam media korosi NaCl 3% (w/v)

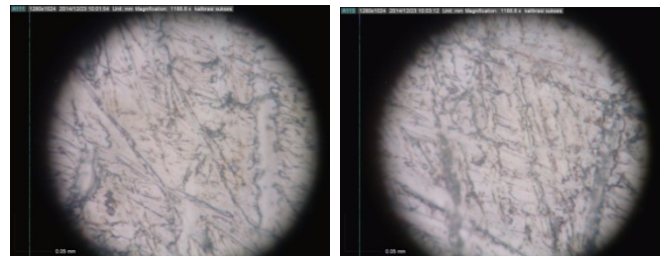
Tabel 2  
Hasil potensial korosi dan arus korosi dari uji polarisasi potensiodinamik.

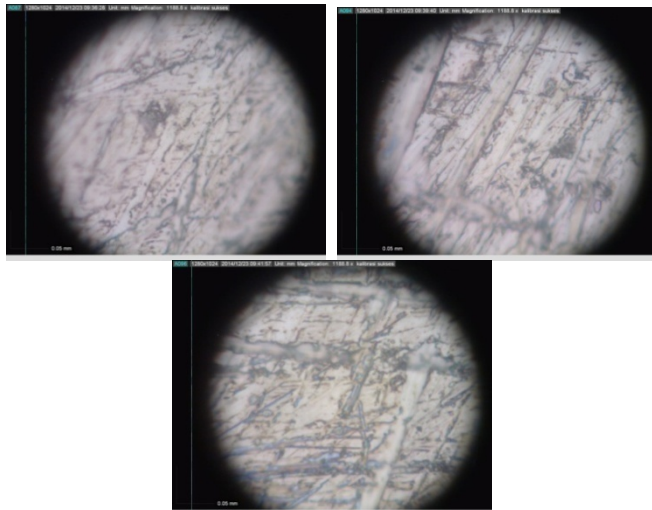
Suhu	Potensial Korosi ( $E_{corr}$ )	Laju Korosi
Blanko	-278,570 mV	0,00121 mpy
Suhu ruang	-260,920 mV	0,00087 mpy
35 °C	-254,850 mV	0,00076 mpy
40 °C	-234,650 mV	0,00071 mpy
45 °C	-223,210 mV	0,00069 mpy
50 °C	-220,130 mV	0,00065 mpy

**D. Pengaruh Suhu Terhadap Tekstur Permukaan Lapisan Kitosan**

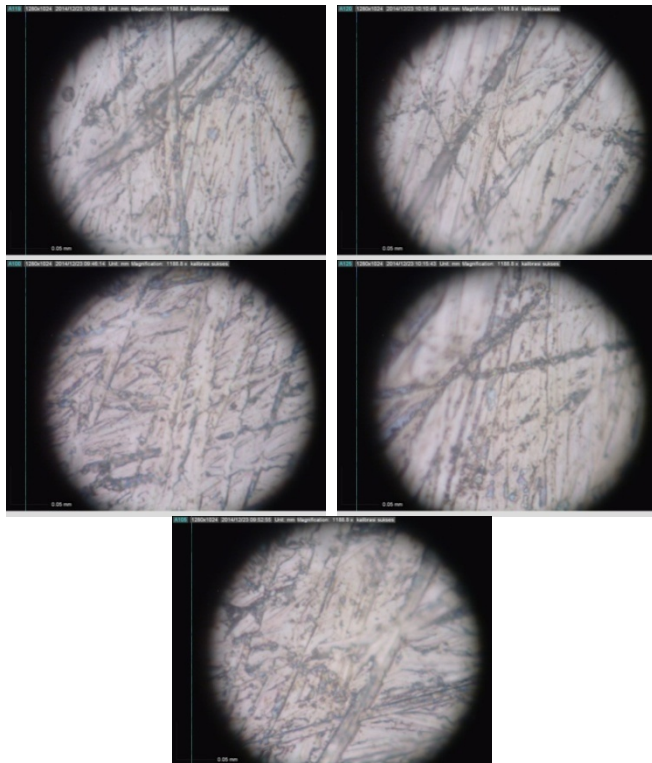
Tekstur lapisan kitosan pada permukaan spesimen diamati pada 5 titik dengan menggunakan Mikroskop Optik dengan perbesaran 100 kali. Ada 2 spesimen yang diamati, yaitu spesimen yang dicoating pada suhu ruang dan suhu 50 °C. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu proses elektroforesis yang digunakan terhadap tekstur lapisan kitosan yang terbentuk pada spesimen. Hasil pengamatan dengan Mikroskop Optik dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Berdasarkan hasil pengamatan dengan Mikroskop Optik terlihat bahwa tekstur lapisan antara 2 spesimen tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kedua spesimen tersebut menunjukkan tekstur lapisan yang hampir sama. Hal ini sesuai dengan penelitian Meepho [10] yang dilakukan dengan memvariasikan suhu larutan YSZ pada suhu ruang, 45°C, 60°C dan 75°C. Berdasarkan hasil pengamatan, didapat bahwa kenaikan suhu larutan selama proses deposisi elektroforesis tidak mempengaruhi tekstur lapisan yang terbentuk.





Gambar 3 Tekstur permukaan lapisan kitosan pada spesimen yang dicoating pada suhu ruang



Gambar 4 Tekstur permukaan lapisan kitosan pada spesimen yang dicoating pada suhu 50 °C.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh suhu terhadap kualitas *coating Stainless Steel* tipe 304 dengan kitosan secara elektroforesis, maka dapat disimpulkan bahwa kenaikan suhu menghasilkan kualitas lapisan yang semakin baik yang ditunjukkan oleh parameter ketebalan lapisan dan laju korosi, tetapi tidak berpengaruh terhadap tekstur permukaan lapisan kitosan. Berdasarkan penelitian ini hasil terbaik didapat pada suhu 50°C yang menghasilkan ketebalan sebesar  $49,73 \pm 6,86 \mu\text{m}$  dan laju korosi sebesar 0,00065.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang selalu memberikan ilmu, rahmat dan kasih sayang-Nya,
2. Orang tua dan keluarga tercinta atas segala doa dan dukungannya,
3. Semua dosen Jurusan Kimia dan staff atas segala bimbingan serta bantuannya,
4. Semua sahabat atas segala doa, bantuan, semangat dan kerjasamanya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fouda, A.S. dan Ellithy, A.S. 2009. "Inhibition Effect of 4 Phenylthiazole derivatives on corrosion of 304L Stainless Steel in HCl Solution". *Corrosion Science* 85, 868-875.
- [2] AK Steel. 2007. **304/304 L Stainless Steel**. www.aksteel.com. Diunduh 23 Desember 2014.
- [3] Fellows, P. dan Axtell, B. 2002. **Appropriate Food Packaging: Material and Methods for Small Business**. Essex U.K: ITDG Publishing.
- [4] Nurfiyanda, F., Harmami dan Wahyudi, A. 2010. "Inhibisi Korosi Baja SS 304 dalam Media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan Isatin". **Prosiding skripsi semester genap 2010/2011**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Lundvall, O., Gulppi, M., Paez, M.A., Gonzales, E., Zagal, J.H., Paves, J. dan Thompson, G.E. 2007. "Copper Modified Chitosan for Protection of AA-2024". **Surface and Coating Technology**, 5973-5978.
- [6] Gebhardt, F., Seuss, S., Turhan, M.C., Hornberger, H., Virtanen, S. dan Boccaccini, A.R. 2012. "Characterization of Electrophoretic Chitosan Coatings on Stainless Steel". **Materials Letters**, 302-304.
- [7] Chang, S.-H. dan Huang, J.-J. 2012. "Biodegradability and Anticoagulant Properties of Chitosan and sulfonated chitosan films coated on TiNi alloys". **Surface and Coatings Technology**, 4959-4963.
- [8] Jonathan, J., Tassel, V. dan Rndall C.A. 2006. "Mechanisms of Electrophoretic Deposition". **Key Engineering Materials**, 167-174.
- [9] Rogacs, A. dan Santiago, J.G. 2013. "Temperature Effect on Electrophoresis". **Analytical Chemistry 85, 5103-5113.**
- [10] Meepho, M., Wattanasiriwech, D., Wattanasiriwech, S. dan Angwattana, P. 2011. "Effect of Heating Suspension on Fabrication of YSZ Thin Film Using Electrophoretic Deposition Process". **TICHe International Conference 2011**. Thailand.
- [11] Lazic, M.S., Simovic, K., Miskovic-Stankovic, V.B. dan Kicevic, D. 2004. "The Influence of the Deposition Parameter on the Porosity of Thin Alumina Films on Steel". **Jurnal Serbian Chemistry Society** 69, 3, 239-249.
- [12] Zhitomirsky, I. dan Hashambhoy, A. 2007. "Chitosan-mediated Electrosynthesis of Organic-Inorganic Nanocomposites". **Journal of Materials Processing Technology** 191, 68-72.