

ABSTRAK

Aluminium Alloy 5052 (Al5052) merupakan salah satu logam yang digunakan sebagai pelat bipolar pada *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) karena memiliki massa yang ringan dan mudah dibentuk, serta memiliki sifat konduktivitas dan resistivitas yang tinggi. Bahan ini rentan terhadap korosi dan pengetahuan saat ini untuk melindungi permukaannya masih kurang. Produk PEMFC menghasilkan energi listrik, uap panas (313 – 353 K), dan air. Kondisi tersebut berdampak pada terdegradasinya pelat bipolar yang disebabkan oleh asam membran Nafion. Hal ini meningkatkan risiko korosi pada sisi katoda pelat bipolar. Pelapisan dengan *green inhibitor* menggunakan teknik *Electrophoretic Deposition* (EPD) merupakan salah satu cara untuk mengatasi korosi yang terjadi. Metode analisis yang digunakan adalah elektrokimia dengan teknik polarisasi potensiodinamik, elektrokimia impedansi spektroskopi (EIS), *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR), dan scanning electron microscopy (SEM). Pada penelitian ini digunakan *green inhibitor* D-galaktosa dengan konsentrasi 0,5 – 1,5 g dan waktu EPD 15 – 45 menit dalam media asam sulfat (H_2SO_4) 0,5 M pH 1-4. Analisis polarisasi potensiodinamik pada nilai arus korosi (I_{corr}) terendah pada menunjukkan (konsentrasi inhibitor 1,5 g dengan waktu EPD dan 45 menit) menghasilkan laju korosi Al5052 sebelum EPD adalah 0,0075 mmPY sedangkan laju korosi Al5052 setelah EPD adalah 0,0041 mmPY dengan (efisiensi inhibitor 45,2%). Hasil analisis gugus fungsi dengan FTIR menunjukkan perbedaan antara logam sebelum EPD dan setelah EPD, terlihat adanya lapisan yang terbentuk oleh Gugus metil D-galaktosa pada 2918 cm^{-1} - 2850 cm^{-1} yang dikaitkan dengan peregangan asimetris $=\text{CH}_2$ dan peregangan simetris $-\text{CH}_3$, Gugus karbonil pada $1500 - 1700 \text{ cm}^{-1}$ merupakan ikatan $\text{C}=\text{O}$ dari amida, dan aldehida. Puncak $1097 - 1035 \text{ cm}^{-1}$ yang dikaitkan dengan $\text{C}-\text{O}$ masing-masing terhubung ke alkohol sekunder dan primer yang teradsorpsi pada permukaan Al5052. Hasil analisis resistansi menggunakan EIS didapatkan nilai R_{ct} untuk Al5052 sebelum EPD $1.2 \text{ k}\Omega/\text{cm}^2$, sedangkan EPD $2.2 \text{ k}\Omega/\text{cm}^2$ dengan EPD meningkatkan nilai resistansi, semakin tinggi nilai resistansinya semakin besar endapan pada permukaan logam. Hasil uji SEM Al5052 sebelum di uji pada larutan 0,5 M H_2SO_4 terlihat Al5052 sebelum EPD garis lurus searah dan tidak ada lapisan yang terserap pada permukaan Al5052, sedangkan Al5052 setelah EPD alur tidak merata warna lebih gelap menutupi permukaan Al5052 jika mengacu hasil uji FTIR gugus dari D-galaktosa adalah gugus hidroksil ($-\text{OH}$) dan ikatan aldehida ($\text{C}=\text{O}$) mengandung air sehingga ketika kering memiliki cenderung retak pada bagian tertentu. Ketebalan lapisan Al5052 rata-rata $29,8 \mu\text{m}$. Untuk hasil morfologi SEM Al5052 setelah di uji pada larutan 0,5 M H_2SO_4 terlihat Al5052 sebelum EPD menunjukkan korosi *pitting* hal ini dapat dijelaskan berdasarkan pertimbangan termodinamika diketahui bahwa Aluminium secara umum memiliki kondisi pasif yaitu pada pH 7 dimana hasil dari pembentukan film pelindung Al_2O_3 namun tidak terbentuk karena nilai pH 1-4. Sebaliknya, Pada Al5052 setelah EPD, menunjukkan permukaan halus dan terlihat ada gumpalan berwarna hitam yang tidak homogen dikarenakan $-\text{OH}$ dan $\text{C}-\text{O}$ yang teradsorpsi pada permukaan logam secara fisisorpsi larut pada larutan H_2SO_4 .

Kata kunci: Aluminium alloy 5052, Elektrodeposisi, Elektrokimia, D-galaktosa, *Fourier-transform infrared spectroscopy*.

ABSTRACT

Aluminum Alloy 5052 (Al5052) is one of the metals used as a bipolar plate in the Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) because it has a light mass and is easy to form and has high conductivity and resistivity properties. This material is susceptible to corrosion, and current knowledge to protect its surfaces is lacking. PEMFC products produce electricity, hot steam (313 – 353 K), and water. These conditions resulted in the degradation of the bipolar plate caused by Nafion membrane acid. This increases the risk of corrosion on the cathode side of the bipolar plate. Coating with green inhibitor using Electrophoretic Deposition (EPD) technique is one way to overcome the corrosion that occurs. The analytical methods used are electrochemistry with potentiodynamic polarization techniques, electrochemical impedance spectroscopy (EIS), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and scanning electron microscopy (SEM). In this study, the green inhibitor D-galactose was used with a concentration of 0.5 – 1.5 g and an EPD time of 15 – 45 minutes in 0.5 M sulfuric acid (H₂SO₄) medium pH 1-4. Potentiodynamic polarization analysis at the lowest corrosion current (I_{corr}) value at (1.5 g inhibitor concentration with EPD time and 45 minutes) resulted in the corrosion rate of Al5052 before EPD was 0.0075 mmPY while the corrosion rate of Al5052 after EPD was 0.0041 mmPY with (inhibitor efficiency 45.2%). The results of FTIR showed the difference between the metal before EPD and after EPD, as seen by the presence of layers formed by the methyl group D-galactose at 2918 cm⁻¹ - 2850 cm⁻¹ which are associated with asymmetric stretching =CH₂ and symmetric stretching –CH₃, the carbonyl group at 1500 – 1700 cm⁻¹ is the C=O bond of amides and aldehydes. The peaks of 1097 – 1035 cm⁻¹, which are associated with C-O, are connected to the secondary and primary alcohols adsorbed on the surface of Al5052, respectively. The results of the resistance analysis using EIS obtained the R_{ct} value for Al5052 before EPD 1.2 kΩ/cm², while EPD 2.2 kΩ/cm² with EPD increased the resistance value. The higher the resistance value, the greater the deposition on the metal surface. The results of the Al5052 SEM test before being tested in a 0.5 M H₂SO₄ solution show that Al5052 before the EPD is a straight line in the same direction, and no layer is adsorbed on the surface of Al5052. At the same time, Al5052, after EPD, has uneven grooves with a darker colour covering the surface of Al5052 when referring to the group FTIR test results of D-galactose, is a hydroxyl group (-OH) and the aldehyde bond (C=O) contains water so that when dry, it tends to crack in certain parts. The average thickness of the Al5052 layer is 29.8 μm. For the morphological results of SEM Al5052 after being tested in 0.5 M H₂SO₄ solution, Al5052 before EPD showed pitting corrosion. This can be explained based on thermodynamic considerations. Formed due to the pH value of 1-4. On the other hand, Al5052 after EPD shows a smooth surface, and there are inhomogeneous black lumps due to the -OH and C-O adsorbed on the metal surface by physisorption soluble in H₂SO₄ solution.

Keywords: Aluminum Alloy 5052, Electrophoretic Deposition, Electrochemical, D-galactose, Fourier-transform infrared spectroscopy.