

## STUDI KARAKTERISASI LAJU KOROSI LOGAM ALUMINIUM DAN PELAPISAN DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN SELULOSA ASETAT

Andarany Kartika Sari

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta  
Email: anda.rany354@gmail.com

**Abstrak** -- Korosi terjadi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya. Reaksi oksidasi diartikan sebagai reaksi yang menghasilkan elektron dan reduksi adalah antara dua unsur yang mengikat elektron. Korosi merupakan peristiwa yang tidak mungkin dielakan dalam kehidupan baik dalam lingkungan industri maupun rumah tangga. Korosi tidak dapat dihilangkan, namun dapat dikendalikan lajunya. Secara teoritis, menurut tabel deret volta, Aluminium merupakan logam yang mudah terkorosi. Pada penelitian ini dilakukan upaya untuk mengkarakterisasikan jenis korosinya dengan menggunakan media asam lemah (asetat), asam kuat (HCl), dan basa kuat (KOH). Pada percobaan dengan menggunakan media asam lemah (asetat), korosi yang terjadi adalah korosi sumuran (pitting corrosion). Pada percobaan menggunakan media asam kuat (HCl), pada konsentrasi rendah yang terjadi adalah korosi sumuran, sedangkan pada konsentrasi tinggi yang terjadi adalah korosi erosi. Salah satu metode pencegahan terjadinya korosi yaitu dengan menggunakan metode pelapisan (coating). Pada penelitian ini, upaya yang dilakukan untuk memperlambat laju korosinya adalah dengan cara melapisi logam dengan "Sellulosa Asetat"(CA). Sellulosa asetat terdiri dari powder sellulosa dilarutkan dengan asam asetat 99%, kemudian diaplikasikan pada logam aluminium. Hasil percobaan perendaman dengan media asam asetat, yang terjadi adalah bahwa sellulosa asetat membuat laju korosi semakin meningkat sebesar 54% dibanding sebelum dilapisi. Pada percobaan perendaman dengan menggunakan asam HCl, sellulosa asetat mampu memperlambat laju korosi sebesar 47.479%. Dan pada percobaan perendaman dengan larutan KOH, efisiensi inhibisinya mencapai 255% lajunya lebih cepat dibandingkan sebelum dilapisi. Hal ini terjadi dikarenakan adanya proses deasetilasi dimana proses ini adalah proses terputusnya gugus asetil pada membran sellulosa asetat sehingga kemampuan menempel pada permukaan logam menjadi menurun.

**Kata kunci:** laju korosi, deasetilasi, Aluminium

### 1. PENDAHULUAN

Secara umum, baterai logam udara mempunyai tiga komponen utama, pertama yaitu anoda yang berupa bahan logam. Kedua adalah elektrolit, dimana elektrolit yang paling umum adalah KOH. Sementara yang ketiga adalah katoda yang berupa karbon berpori (Vincenzo dkk, 2014), Walaupun begitu, pada beberapa jenis baterai logam udara ada yang menambahkan suatu komponen tambahan yaitu bahan pemisah di dalam sistem baterai logam udara tersebut (Jang dkk, 2011). Pada proses ini aluminium sebagai logam anodanya bersentuhan dengan elektrolit, yang umumnya akan terjadi korosi pada logam tersebut. Peristiwa korosi pada logam merupakan hal yang tidak bisa dielakan lagi keberadaannya, namun korosi dapat dikendalikan keberadaannya, dalam hal ini maksudnya adalah diperlambat lajunya. Korosi sangat sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, baik dibenda-benda rumah tangga sampai ke benda-benda industri. Korosi adalah reaksi logam dengan zat-zat sekitarnya, misalkan udara dan air sehingga menimbulkan senyawa baru. Dalam perkaratan senyawa baru ialah zat padat berwarna coklat kemerahan yang bersifat rapuh serta berpori. Korosi dapat menimbulkan kerugian dan dapat mengurangi umur dari pada suatu benda yang terbuat dari

logam yang tingkat korosifnya tinggi. Proses korosi memerlukan oksigen dan air, oleh sebab itu maka prinsip untuk mencegah terjadinya korosi yaitu dengan menghindari kontak dengan salah satunya (air dan oksigen).

### 2. METODE PENELITIAN

#### 2.1 Bahan Penelitian

Sampel yang digunakan didapat dari kaleng minuman bekas yang diampelas kemudian dibersihkan dengan alkohol 70% sampai bersih kemudian disimpan dalam wadah kedap udara. Bahan perendaman untuk percobaan laju korosi adalah Asetat, HCl, dan KOH.

#### 2.2 Persiapan Material

Kaleng bekas minuman dipotong kemudian diampelas dan dipotong kembali menjadi ukuran 2cm x 2cm, 1 konsentrasi sebanyak 3 sampel. Sampel diuji dengan menggunakan metode sederhana yaitu metode kehilangan berat (*Weightloss*).

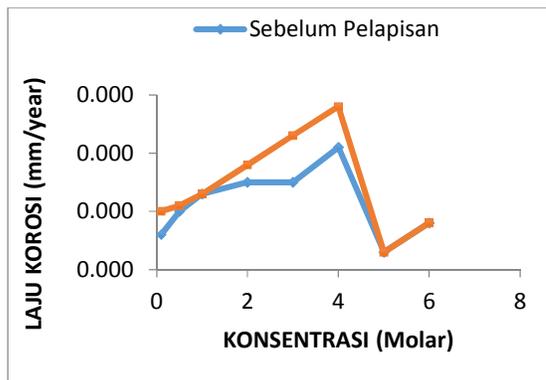
#### 2.3 Eksperimen

Eksperimen dilakukan dengan cara merendam sampel dalam larutan selama waktu yang

ditentukan. Dalam hal ini perendaman dilakukan dengan menggunakan Asetat, HCl, KOH, perendaman dengan Asetat dilakukan selama 24 jam, dengan HCl selama 5 menit dan perendaman dengan KOH selama 5 menit.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perendaman dengan menggunakan asam asetat, laju korosi yang terjadi adalah antara 0.0003 sampai 0.0021 mm/tahun. Pada perendaman konsentrasi 0.1 molar, kehilangan berat yang terjadi sebesar 0.0004 gr dan laju korosinya sebesar 0.0006 mm/tahun. Begitupun yang terjadi pada konsentrasi 0,5 molar, terjadi kehilangan berat sebanyak 0.0006 gram. Pada konsentrasi 1 molar sampai dengan 4 molar terjadi penambahan berat pada logam sampai dengan sebesar 0.0013 gram, hal ini terjadi dikarenakan terdapat endapan pada permukaan logam. Pada konsentrasi 5 molar terjadi pengurangan berat sebanyak 0.0004 gram, hal ini terjadi karena titik leleh lapisan pelindung berada pada konsentrasi 4 molar, sehingga pada konsentrasi 5 molar lapisan sudah tidak dapat melindungi sehingga kembali terjadi kehilangan berat begitu pun pada konsentrasi 6 molar laju korosi semakin meningkat dan terjadi kehilangan berat juga. Selain karena factor pelindung logam aluminium yang sudah tidak dapat melindungi, hal ini juga disebabkan pada konsentrasi tinggi, endapan-endapan yang terbentuk pada permukaan logam akan terlarut.



Gambar 1. Grafik Laju Korosi dengan Larutan Asetat

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada perendaman 0.1M dan 0.5M laju korosi pada aluminium yang telah diproteksi membran selulosa asetat lebih cepat dibandingkan dengan laju korosi sebelum diproteksi. Hal ini terjadi karena bahan pelarut selulosanya menggunakan asam asetat 99%, sedangkan pada proses pengujiannya dilakukan pada media asam asetat. Dengan adanya pelarut asetat dan juga media perendamannya menggunakan asam asetat

maka konsentrasi asam asetat akan meningkat, dan mengakibatkan laju korosi menjadi lebih cepat. Sedangkan pada konsentrasi 1M terjadi laju korosi yang sama kecepataannya yaitu 0.00013 mm/tahun. Di konsentrasi 2 sampai 4M, laju korosi pada aluminium yang sudah dilapisi juga lebih cepat (logam bertambah berat) dibandingkan aluminium yang belum dilapisi. Dari kedua eksperimen ini, titik leleh daripada kedua logam berada sama-sama pada konsentrasi 4M, kemudian pada konsentrasi 5M dan 6M kembali terjadi pengurangan berat pada logam yang secara grafis terlihat menurun drastis, namun secara teoritis hal tersebut merupakan peristiwa dimana lapisan pelindung dari aluminium sudah tidak dapat berfungsi sebagai pelindung logam. Efisiensi laju korosi terjadi 54% lebih cepat daripada sebelum dilapisi, berikut uraiannya:

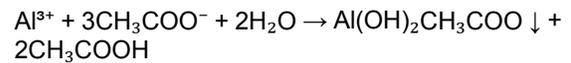
$$\text{Efisiensi Inhibisi} = \frac{V_{k0} - V_{ki}}{V_{k0}} \cdot 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibisi} &= \frac{0.00011 - 0.00017}{0.00011} \cdot 100\% \\ &= 54\% \end{aligned}$$

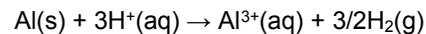
$V_{k0}$  = Nilai rata-rata laju korosi tanpa inhibitor

$V_{ki}$  = Nilai rata-rata laju korosi dengan inhibitor

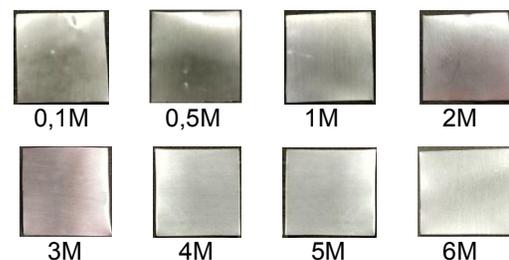
Pada eksperimen perendaman dengan asam asetat ini, reaksi yang terjadi pada Aluminium adalah:



Aluminium bereaksi dengan asam akan menghasilkan gas hidrogen. Reaksi yang semula berjalan lambat, namun setelah lapisan oksidanya habis reaksi akan berlangsung cepat. Berikut adalah formulanya:



Korosi yang terjadi pada percobaan perendaman dengan larutan asam asetat ini adalah korosi sumuran (*pitting corrosion*).

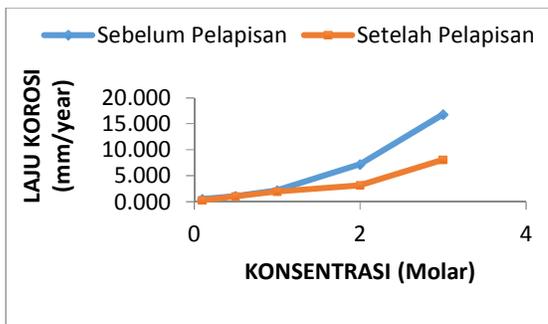


Gambar 2. Logam yang direndam dengan Larutan Asetat (sebelum dilapisi CA).



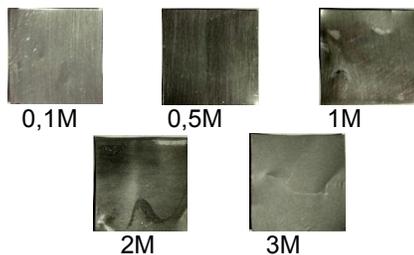
Gambar 3. Logam yang direndam dengan larutan Asetat (sesudah dilapisi CA)

Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi maka logam aluminium semakin berkilau. Pada eksperimen dengan larutan HCl ini dilakukan perendaman selama 5 menit. Laju korosi yang terjadi sangat cepat dimana pada konsentrasi terendah sudah mencapai 0.05324 mm/tahun, ini dikarenakan larutan HCl merupakan larutan asam kuat. Dan laju korosi yang terjadi pun berangsur semakin cepat, semakin besar konsentrasinya laju korosinya semakin cepat. Pada perendaman menggunakan larutan HCl laju korosi tercepat pada saat logam sebelum dilapisi adalah sebesar 1.67956 mm/tahun. Sedangkan laju korosi tercepat pada saat logam sudah dilapisi sebesar 0.80831 mm/tahun. Adapun reaksi kimianya sebagai berikut:

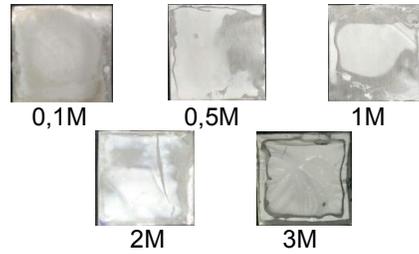


Gambar 4. Grafik Laju Korosi dengan Larutan HCl

Dari table perbandingan diatas, dapat dilihat bahwa membran selulosa asetat mampu memperlambat laju korosi sebesar 47.479%.

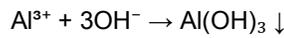


Gambar 5. Logam yang direndam dengan Larutan HCl (sebelum dilapisi CA)

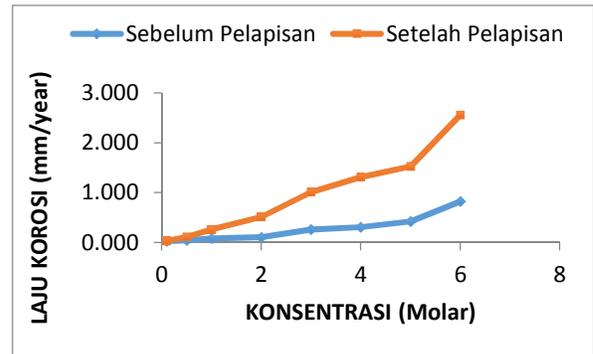
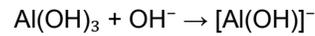


Gambar 6. Logam yang direndam dengan Larutan HCl (sesudah dilapisi CA)

Eksperimen perendaman dengan larutan KOH dilakukan selama 5 menit. Pada larutan basa kuat terjadi abrasi dipermukaan logam akibat dari reaksi ion aluminium dengan ion KOH yang diformulasikan sebagai berikut:

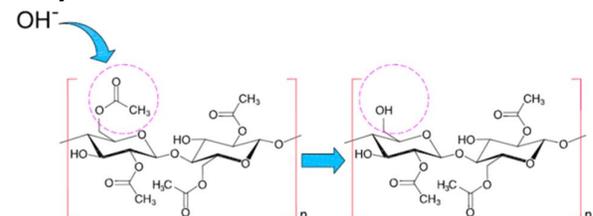


Pada reaksi ini terjadi endapan kehitam-hitaman pada aluminium hidroksida. Namun endapan tersebut melarut dalam reagensia yang berlebih, dimana ion-ion terhidroksoaluminat terbentuk:



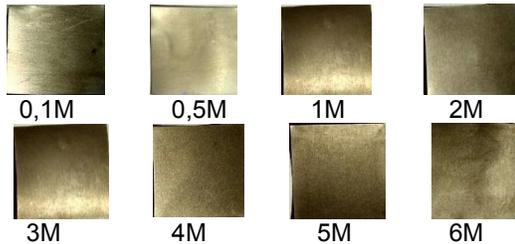
Gambar 7. Grafik Laju Korosi dengan Larutan KOH

Laju korosi setelah logam dilapisi lebih cepat dibanding sebelum dilapisi dan efisiensi inhibisinya mencapai 255% lajunya lebih cepat dibandingkan sebelum dilapisi. Hal ini terjadi dikarenakan adanya proses deasetilasi dimana proses ini adalah proses terputusnya gugus asetil pada membran selulosa asetat sehingga kemampuan menempel pada permukaan logam menjadi menurun.

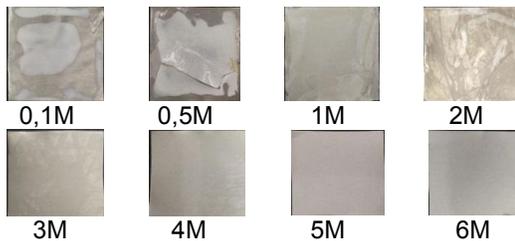


Gambar 8. Ilustrasi proses deasetilasi

Dengan terjadinya proses deasetilasi mengakibatkan membran selulosa terlepas dari logam aluminium sehingga mengakibatkan logam bereaksi dengan oksigen dengan menghasilkan padatan  $Al_2O_3$  yang berwarna putih ke-abu-abuan, mengikut reaksi sebagai berikut:



Gambar 8. Logam yang direndam dengan KOH



Gambar 9. Logam yang direndam dengan KOH (sesudah dilapisi)

Pada Gambar 9 dapat kita lihat pada gambar berikut, pada konsentrasi 3M sudah terlihat lepasnya membran dari logam, namun logam tampak berwarna putih keabu-abuan, berbeda dengan pada saat logam direndam pada KOH sebelum dilapisi, logam tampak lebih kehitam-hitaman. Semakin tinggi konsentrasinya, proses deasetilasi semakin meningkat dan logam semakin tampak putih ke-abu-abuan (tampak bersih), menandakan ciri dari karakteristik korosi sumuran pada Aluminium.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada laporan tugas akhir Studi Karakterisasi Laju Korosi logam Aluminium dan pelapisan dengan menggunakan membran Selulosa Asetat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

- 1) Pada saat logam direndam pada media atau lingkungan asam lemah, maka yang terjadi adalah korosi sumuran atau pitting corrosion.
- 2) Lapisan pelindung (film) pada aluminium titik lelehnya terdapat pada konsentrasi 4M pada perendaman larutan asetat.
- 3) Logam aluminium yang direndam pada media atau lingkungan asam kuat dan basa kuat (HCl dan KOH), yang terjadi adalah korosi

erosi, dimana terjadi abrasi pada permukaan logam aluminium.

- 4) Selulosa Asetat tidak dapat memproteksi logam aluminium pada saat perendaman dengan larutan asetat dan KOH. Sedangkan pada larutan HCl, selulosa asetat mampu memperlambat laju korosi pada logam aluminium.
- 5) Pada saat percobaan perendaman logam aluminium yang sudah dilapisi selulosa asetat pada larutan KOH, terjadi proses deasetilasi yang menyebabkan logam banyak kehilangan berat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gelman. D., Shvartsev.B, and Ein.E.Y. (2014). *Aluminum–Air Battery Based On An Ionic Liquid Electrolyte*. Journal of Materials Chemistry A. doi: 10.1039/c4ta04721d.
- [2]. Gita Anggaretno., Imam Rochani., Heri Supomo. 2012. *Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media Korosi FeCl3*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 1, No. 1, ISSN: 2301-9271.
- [3]. In-Joon Son, Nakano Hiroaki, Satoshi Oue, Shigeo Kobayashi, Hisaaki Fukushima, Zenji Horita. (2008). *Pitting Corrosion Resistance of Anodized Aluminum-Copper Alloy Processed by Severe Plastic Deformation*. Jurnal The Japan Institute of Metal, Vol. 49, No. 11 pp. 2648 to 2655, doi: 10.2320/matertrans.MRA2008216.
- [4]. J.J. Martin, V. Neburchilov, H. Wang, and W. Qu., 2009. *Air cathodes for metal-air batteries and fuel cells*. In Electrical Power Energy Conference (EPEC), pages 1–6.
- [5]. J.R. Davis. (1999). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys (#06787G)*. ASMS specialty Handbook International.
- [6]. Jake.C. Paul.A., Roel.S.S.C. Timm.L. Boris.K., Ralf. Jasim.A. Aleksandar.K. (2012). *A Critical Review of Li/Air Batteries*. Journal of The Electrochemical Society. doi: 10.1149/2.086202jes.
- [7]. Jang-Soo Lee, Sun Tai Kim, Ruiguo Cao, Nam-Soon Choi, Meilin Liu, Kyu Tae Lee, and Jaephil Cho. (2011). *Metal–Air Batteries with High Energy Density: Li–Air versus Zn–Air*. Advanced Energy Materials. doi: 10.1002/aenm.201000010.
- [8]. Joseph Wang. (2006). *Analytical Electrochemistry*. 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons.Inc, New Jersey.
- [9]. Kirsi Yliniemi., Benjamin. P. Wilson., Ferdinand Singer., Sarah Höhn., Eero Kontturi., Sannakaisa Virtanen. 2014. *Dissolution Control of Mg by Cellulose Acetate-Polyelectrolyte Membranes*. Journal

- American Chemical Society, Vol. 6, pp 22393-22399. doi: 10.102/am5063597.
- [10]. Mohamad, A.A. (2008). *Electrochemical Properties of Aluminum Anodes in Gel Electrolyte Based Aluminum-Air Batteries*. Corrosion Science. Doi: 10.1016/j.corsci.2008.09.001.
- [11]. Natishan, P. M. & O'Grady, W. E. O. (2014). *Chloride Ion Interaction with Oxide-Covered Aluminum Leading to Pitting Corrosion: A Review*. Journal of The Electrochemical Society, 161 (9) C421-C432, doi: 10.1149/2.1011409jes.
- [12]. Prihandoko Bambang,. & Achmad Subhan. 2011. *Pemanfaatan Soda Lime Silica Dalam Pembuatan Komposit Elektrolit Baterai Lithium*. Disertasi Fakultas Teknik: Universitas Indonesia.
- [13]. Sagir Alva dan Mohd Rais Ahmad. (2011). *Metal-Air Cell and Method of Fabricating Thereof*, Patents, WIPO, WO 2011/139140 A2.
- [14]. Sumarji, 2012. *Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah ASTM A36 Pada Lingkungan Atmosferik Dikabupaten Jember*. Jurnal ROTOR.
- [15]. Suratman Rochim, (2001). *Karakteristik Korosi Aluminium dan Baja Tahan Karat*. Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia, Vol. II, No 1, 27-38.
- [16]. Tamborim, S. M., Dias, S. L. P., Silva, S. N., Dick, L. F. P., Azambuja, D. S. 2011. *Preparation and Electrochemical Characterization of Amoxicilin-doped Cellulose Acetate Films for AA2024-T3 Aluminum Alloy Coatings*. Corrosion Science Elsevier, 53, doi: 10.1016/j.corsci.2011.01.034.
- [17]. Vincenzo. C., & Benedetto.B. (2014). *Materials Science Aspects of Zinc-Air Batteries: A Review*. Mater Renew Sustain Energy. doi: 10.1007/s40243-014-0028-3.
- [18]. Yoichiro Yamashita., Takeshi Endo. 2003. *Deterioration Behavior of Cellulose Acetate Films in Acidic or Basic Aqueous Solutions*. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 91, 3354-3361.
- [19]. Yugang Sun. (2013). *Lithium Ion Conducting Membranes for Lithium-Air Batteries*. Nano Energy.
- [20]. Zheng, J.P.,Liang, R.Y.,Hendrickson,M., Plichta,E.J. (2008). *Theoretical Energy Density of Li-Air Batteries*. J. Electrochem. Soc.