

Optimalisasi Persentase Berat Ekstrak Kulit Buah Nipah sebagai Green Corrosion Inhibitor dengan Variasi Suhu dan Lama Paparan

Ulikaryani^{1*}, Unggul Satria Jati¹, Nurlinda Ayu Triwuri²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap,

Dr. Soetomo No. 1 Cilacap, Jawa Tengah, 53212, Indonesia

²Program Studi Teknologi Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap,

Dr. Soetomo No. 1 Cilacap, Jawa Tengah, 53212, Indonesia

*E-mail: ulikaryani@pnc.ac.id

Diajukan: 17 Oktober 2023; Diterima: 09 Desember 2023; Dipublikasi: 22 Desember 2023

Abstrak

Penelitian sebelumnya telah diketahui bahwa ekstrak limbah kulit buah nipah (*Nypa Fruticans Wurmb*) memiliki potensi sebagai penghambat laju korosi pada logam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase berat ekstrak yang optimal sebagai *green corrosion inhibitor* dalam menghambat laju korosi pada baja karbon ASTM A36 melalui metode *weight loss* dan uji polarisasi potensiodinamik. Daya hambat korosi baja karbon ASTM A36 menggunakan ekstrak kulit buah nipah ditentukan pada berbagai persen berat ekstrak pada inhibitor terhadap variasi suhu dan lama paparan dengan media korosifnya. Efisiensi inhibisi meningkat dengan meningkatnya persen berat ekstrak. Efisiensi inhibisi tertinggi berdasarkan uji *weight loss* sebesar 97,87% dengan laju korosi 0,00002 mpy yang diperoleh pada persentase ekstrak 15% dengan lama paparan 4 hari. Sedangkan, berdasarkan uji *polarisasi potensiodinamik* diperoleh laju korosi terendah terdapat pada sampel dengan persentase ekstrak 12% b/v inhibitor sebesar 1,6747 mmpy dengan efisiensi inhibisi sebesar 76,13% pada suhu 30°C. Berdasarkan hasil uji dapat pula disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu paparan maka akan semakin meningkatkan laju korosi. Sedangkan, lama waktu paparan tidak selalu meningkatkan laju korosi pada sampel dengan inhibitor. Hal ini dimungkinkan dipengaruhi oleh efek jenuh dari adsorpsi inhibitor terhadap logam itu sendiri. Sedangkan pada sampel tanpa inhibitor selalu menunjukkan peningkatan laju korosi seiring dengan bertambahnya lama waktu paparan

Keywords: *Green Corrosion Inhibitor; Kulit Nipah; ASTM A36*

Abstract

Previous research found that nypa fruit husk waste extract (*Nypa Fruticans Wurmb*) has the potential to inhibit the rate of corrosion in metals. Therefore, this research was conducted to determine the optimal weight percentage of the extract as a green corrosion inhibitor in inhibiting the rate of corrosion on ASTM A36 carbon steel through the weight loss method and potentiodynamic polarization test. The corrosion inhibitory power of ASTM a36 carbon steel using nypa fruit rind extract was determined at various weight percentages of the extract in the inhibitor against in temperature and length of exposure to corrosive media. Inhibition efficiency increased with increasing weight percent of the extract. The highest inhibition efficiency based on the weight loss test was 97.87% with a corrosion rate of 0,00002 mpy obtained at an extract percentage of 15% with an exposure time of 4 days. Meanwhile, based on the potentiodynamic polarization test, the lowest corrosion rate was found in the sample with an inhibitor extract percentage of 12% w/v of 1.6747 mmpy with an inhibition efficiency of 76.13% at a temperature of 30°C. Based on the test result, it can also be concluded that the higher the exposure temperature, the corrosion rate will increase. Meanwhile, long exposure times do not always increase the corrosion rate of samples with inhibitors. This influenced by the saturation effect of the adsorption inhibitor on the metal itself. Meanwhile, samples without inhibitor always show an increase in the corrosion rate with increasing exposure time.

Keywords: *Green Corrosion Inhibitor; Nypa Fruticans; ASTM A36 Steel*

1. Pendahuluan

Secara umum inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus dengan pasangan elektron bebas, seperti senyawa nitrit, kromat, fosfat dan senyawa lainnya [1]. Bahan kimia sintetik ini merupakan bahan kimia yang berbahaya, harganya cukup mahal dan tidak ramah lingkungan [2]. Inhibitor korosi yang aman dan ramah

lingkungan akhirnya menjadi inhibitor korosi yang potensial. *Green Corrosion Inhibitor* merupakan inhibitor korosi yang berasal dari bahan alami seperti ekstrak dari buah, daun, biji dan kulit dari tumbuhan. Adsorpsi inhibitor korosi alami dapat mencegah korosi dengan mengurangi luas permukaan logam aktif dan meninggalkan area tidak aktif pada permukaan yang terpapar media korosif [2][3]. *Green corrosion inhibitor* bekerja berdasarkan struktur bahan aktif dari bahan alami tersebut. Beberapa penelitian telah menjelaskan perbedaan pengaruh jenis tanaman, hal ini tergantung pada senyawa penyusunnya. Tanin merupakan senyawa anti korosif, *biodegradable* dan senyawa organik tidak beracun [4]. Tanin merupakan polifenol yang diekstraksi dari bagian tumbuhan, biasanya berupa batang pohon semisal *chestnut*, *quebracho*, *mimosa* dan mangrove. Komponen utama tanin adalah gula, asam galat, asam fenolik alami dan flavonoid [5][6]. Tanin juga banyak terdapat pada tempurung kelapa, cocor bebek, eceng gondok, kulit buah coklat, kulit manggis dan daun jambu biji[7][8][9].



Gambar 1. *Green Corrosion Inhibitor*

Nipah (*Nypa Fruticans Wurmb*) merupakan palem yang paling umum ditemukan di hutan bakau Asia Tenggara. Nipah merupakan satu-satunya tumbuhan mangrove berjenis palem yang mengandung minyak, tepung, gula dan lainnya. Nipah sangat bermanfaat untuk banyak kegunaan seperti halnya tanaman kelapa [10][11][12]. Buah nipah dapat dimanfaatkan untuk membuat berbagai macam masakan, salah satunya selai. Limbah kulit buah nipah saat ini baru dimanfaatkan sebagai bahan baku briket arang [13] dan asap cair [14]. Sedangkan, limbah kulit buah nipah telah diteliti memiliki kandungan tanin terkondensasi dengan ciri berwarna hijau kehitaman [15].



Gambar 2. Limbah Kulit Buah Nipah

Penelitian sebelumnya diketahui bahwa tannin terkondensasi banyak terkandung pada tanaman nipah. Penelitian tersebut juga menyebutkan campuran ekstrak kulit buah nipah dapat menghambat laju korosi pada logam baja karbon ST 37 [15]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persentase berat ekstrak kulit buah nipah yang optimal sebagai *green corrosion inhibitor* dalam menghambat laju korosi pada baja karbon ASTM A36 melalui metode *weight loss* dan uji polarisasi potensiodinamik.

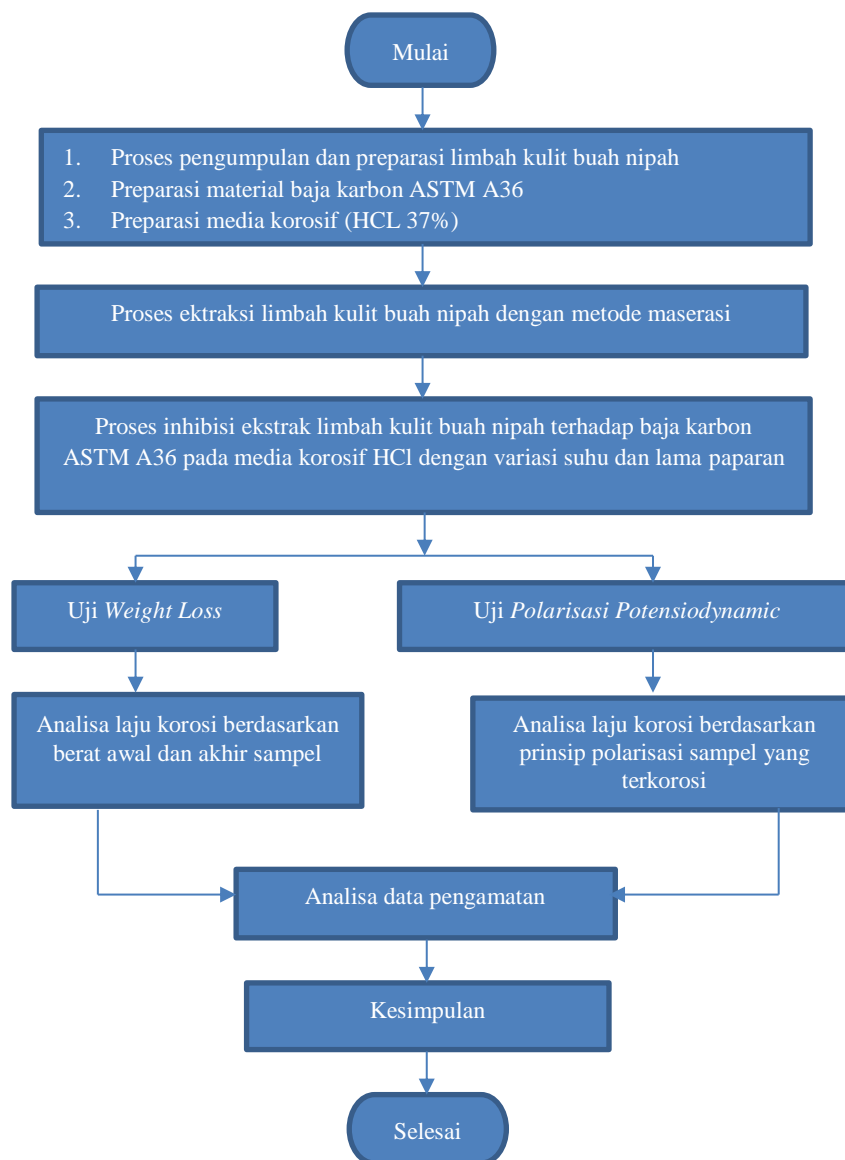
2. Material dan Metode

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah kulit buah nipah, baja karbon ASTM A36, aquadest, etanol PA 96%, aseton dan HCl 37%. Bahan-bahan tersebut disiapkan sebelum proses inhibisi dilakukan. Alat yang digunakan antara lain wadah sampel, pipet, aluminum foil, jangka sorong, timbangan analitik 0,0001 gram, *rotary evaporator*, corong *buchner*, pemotong kulit buah nipah, *grinder*, amplas grade 400 dan 800, *tissue*, kertas saring whatmann no. 42, gelas ukur, beker gelas, kertas lakmus dan alat uji polarisasi potensiodinamik.

2.2. Metode

Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung efisiensi inhibisi ekstrak dalam menghambat laju korosi melalui uji weight loss kemudian dilanjutkan uji polarisasi potensiodinamik. Tahapan penelitian dijelaskan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Penelitian tentang *green corrosion inhibitors* berbahan limbah kulit buah nipah secara umum bertujuan untuk mengetahui efisiensi inhibitor kulit buah nipah terhadap laju korosi baja karbon ASTM A36. Untuk menentukan efisiensi

inhibisi, sampel tanpa unhibitor kulit nipah akan dibandingkan dengan sampel yang diberi inhibitor kulit nipah selama interval waktu yang ditentukan melalui uji Weight Loss. Sampel kemudian juga diuji dengan polarisasi potentiodynamik untuk melihat laju korosi sampel baja ASTM A36 tanpa inhibitor dan dengan inhibitor berdasarkan kurva tafel equation. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif.

Perhitungan menggunakan rumus *weight loss* untuk mengetahui efisiensi inhibisi berdasarkan ASTM G 185-06, yaitu [16]:

$$C_R = \frac{22,3 \times W}{D \times A_s \times T} \tag{1}$$

Dimana C_R adalah *Corrosion Rate* atau laju korosi (mpy), W adalah *Weight Loss* atau kehilangan berat (mg), D adalah Densitas dari spesimen (g/cm^3), A_s adalah *Surface Area* atau luas area pada specimen yang terpapar media korosif (in^2) sedangkan T adalah Eksposur Time atau waktu paparan (dalam satuan *day* atau hari).

$$IE \text{ (Efisiensi Inhibisi)} = (1 - CR_i/CR_o) \times 100\%$$

Dimana CR_i adalah laju korosi dari sampel dengan inhibitor dan CR_o adalah laju korosi sampel tanpa inhibitor, yang kemudian dibuat grafik perbandingannya.

Laju korosi juga dicari tau dengan metode Polarisasi Potensiodinamik menggunakan standard ASTM G5-94[17] yang kemudian hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik Tafel Equation.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji weight loss

Uji weight loss dilakukan untuk mengetahui laju korosi yang didasarkan pada perbedaan berat awal dan berat akhir sampel setelah dilapisi dengan green inhibitor masing-masing 0 % (tanpa inhibitor), 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15% terhadap 100 ml larutan HCl 37% kemudian dilakukan perendaman selama 4 hari sebagai lama waktu paparan inhibisinya, gambar 4 menunjukkan proses perendaman sampel baja. Berdasarkan perhitungan *weight loss* diperoleh laju korosi yang terjadi pada setiap sampel, hasil perhiutngan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Laju korosi tiap sampel berdasarkan uji *weight loss*

Hari ke-	A0 (mpy)	A3 (mpy)	A6 (mpy)	A9 (mpy)	A12 (mpy)	A15 (mpy)
0	0	0	0	0	0	0
1	0.00013	0.00059	0.00229	0.00051	0.00055	0.00017
2	0.00094	0.00635	0.00130	0.00026	0.00027	0.00002
3	0.00104	0.00098	0.00079	0.00056	0.00069	0.00025
4	0.00095	0.00090	0.01261	0.00438	0.00066	0.00039

Keterangan : Sampel A0 = sampel tanpa green corrosion inhibitor, Sampel A3 = sampel dengan green corrosion inhibitor sebesar 3% b/v, Sampel A6 = sampel dengan green corrosion inhibitor sebesar 6% b/v, Sampel A9 = sampel dengan green corrosion inhibitor sebesar 9% b/v, Sampel A12 = sampel dengan green corrosion inhibitor sebesar 12% b/v, Sampel A15 = sampel dengan green corrosion inhibitor sebesar 15% b/v.

Dari perhitungan yang dilakukan maka dapat diketahui laju korosi tertinggi terdapat pada sampel baja dengan green corrosion inhibitor 6% b/v dengan lama paparan selama 4 hari yaitu sebesar 0,01261 mpy. Sedangkan, laju korosi terendah terdapat pada sampel baja dengan green corrosion inhibitor dengan persentase 15% b/v dengan lama paparan selama 2 hari yaitu sebesar 0,00002 mpy. Sedangkan efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan rumus ASTM G 185-06: [11]

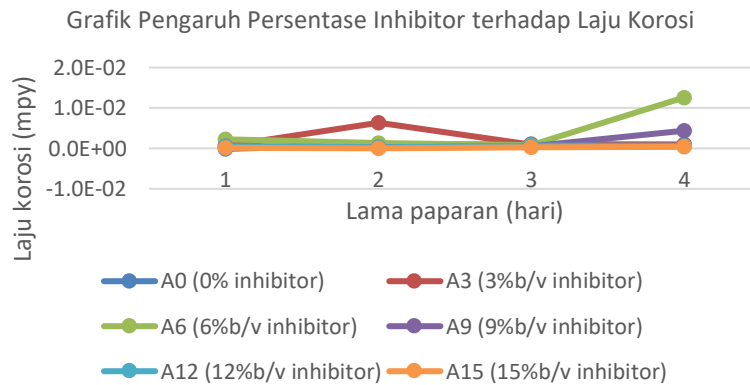
$$IE = \left(1 - \frac{CRI}{CRO}\right) \times 100\% \quad (2)$$

dimana, IE adalah Efisiensi inhibisi (%), CRI adalah laju korosi dari sampel dengan inhibitor (mpy), sedangkan CRO adalah laju korosi dari sampel tanpa inhibitor (mpy). Untuk sampel dengan laju korosi terendah terdapat pada sampel A15 dengan lama paparan 2 hari, dimana diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 97,87%.

$$IE = \left(1 - \frac{0,00002}{0,00094}\right) \times 100\% = 97,87\%.$$



Gambar 4. Perendaman sampel baja pada media korosif HCl



Gambar 5. Grafik pengaruh persentase inhibitor terhadap laju korosi

Berdasarkan grafik pada gambar 5 tersebut menunjukkan lama paparan tidak selalu meningkatkan laju korosi pada sampel dengan inhibitor. Hal ini dimungkinkan dipengaruhi oleh efek jenuh dari adsorpsi inhibitor terhadap logam itu sendiri. Sedangkan pada sampel tanpa inhibitor selalu menunjukkan peningkatan laju korosi seiring dengan bertambahnya lama waktu paparan.

3.2. Uji Polarisasi Potensiodinamik

Pengujian polarisasi potenciodinamik dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI ITS Surabaya. Pengujian ini menggunakan alat uji *CorrTest* dengan *software CS Studio5*. Perangkat uji terdiri dari elektroda acuan, elektroda kerja, dan elektroda bantu yang bertujuan untuk mengetahui laju korosi material pada larutan HCl pada PH 5 dengan persentase inhibitor 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15%.



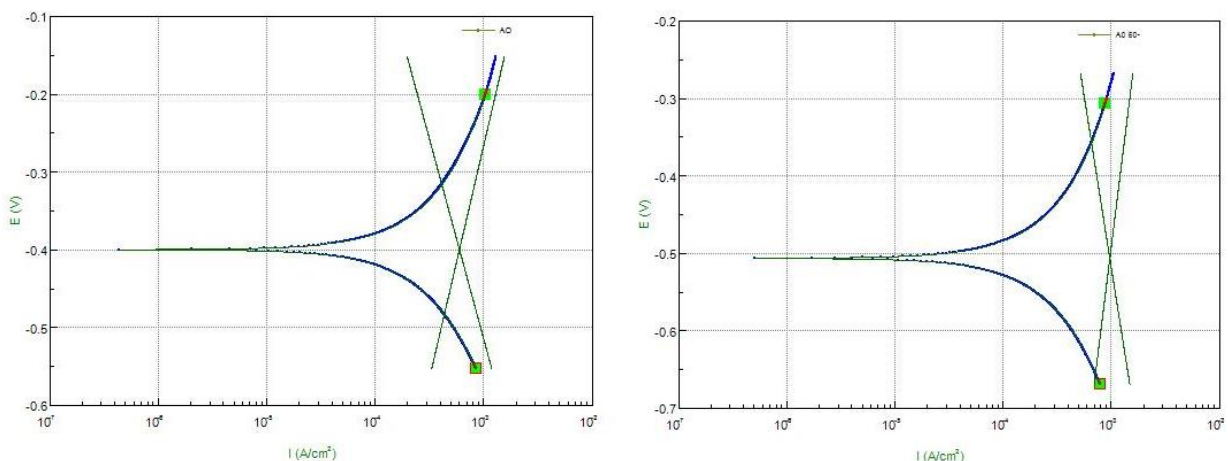
Gambar 6. Perangkat uji polarisasi potensiodinamik

Tabel 2. Laju korosi tiap sampel berdasarkan uji *polarisasi potentiodynamic*

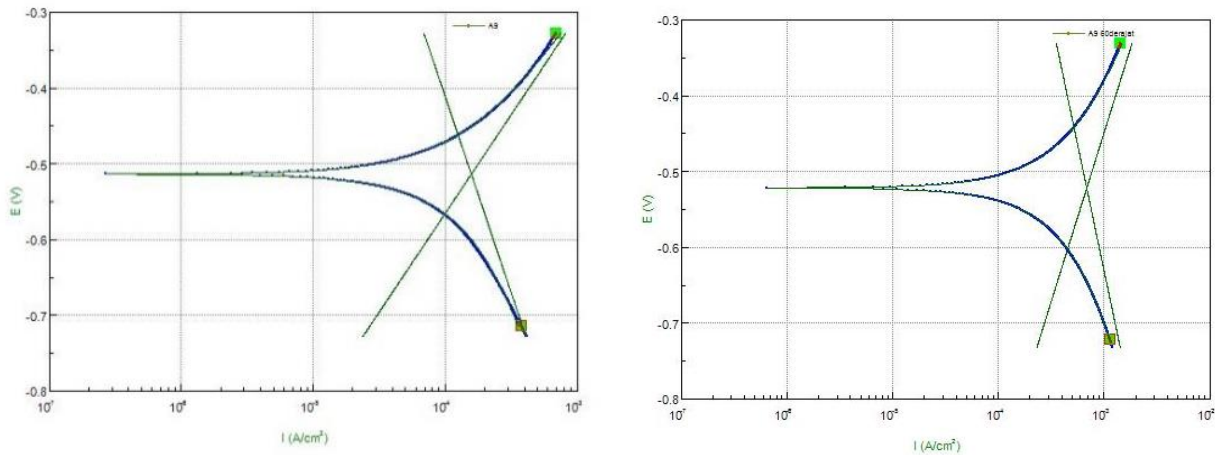
Sampel (%)	Laju Korosi (mmpy)	
	Suhu (30° C)	Suhu 60° C
0	7,0152	11,389
3	2,9586	Tidak diuji
6	1,9182	Tidak diuji
9	1,8494	8,0413
12	1,6747	5,2968
15	2,155	Tidak diuji

Berikut adalah tabel hasil pengujian polarisasi dengan variasi suhu yaitu pada suhu 30° C dan suhu 60° C, Berdasarkan hasil pengujian polarisasi potensiodinamik diperoleh laju korosi terendah terdapat pada sampel A12 dengan 12% b/v inhibitor sebesar 1,6747 mmpy dengan efisiensi inhibisi sebesar 76,13% pada suhu 30° C. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka laju korosi juga semakin meningkat.

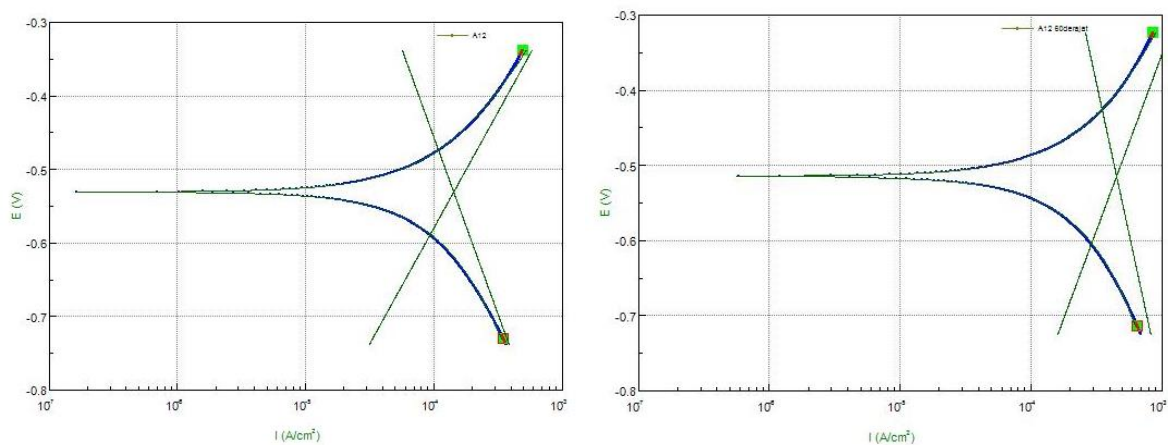
Pada pengujian tersebut didapatkan kurva polarisasi potensial material yang digunakan dengan acuan standar ASTM G5-94 (*Standard Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurement*) [17].



Gambar 7. Sampel A0 pada suhu 30° C dan 60° C



Gambar 8. Sampel A9 pada suhu 30°C dan 60°C



Gambar 9. Sampel A12 pada suhu 30°C dan 60°C

Berdasarkan kurva Tafel Equation diketahui bahwa pada sampel A12 dengan lama paparan 4 hari terlihat kurva bergeser ke kanan yang artinya korosi yang terjadi adalah korosi anodik. Sedangkan, kurva bergeser ke bawah artinya korosi yang terjadi semakin rendah [18]. Sehingga dapat diketahui bahwa green corrosion inhibitor yang terbuat dari ekstrak kulit nipah dapat menghambat laju korosi. Hal ini, dapat dijadikan sebagai faktor pendukung untuk pembuatan *green corrosion inhibitor* dari bahan alam yaitu kulit buah nipah agar dapat diproduksi lebih banyak dan dapat dimanfaatkan untuk melindungi logam baja bahan perpipaan air PDAM maupun logam-logam lainnya.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa laju dan efisiensi inhibisi tergantung pada persentase ekstrak limbah kulit buah nipah di dalam campuran pelapisnya. Hasilnya menunjukkan bahwa limbah kulit buah nipah menunjukkan kinerja yang sangat baik yaitu lebih dari 80% dengan lama paparan 4 hari dengan efisiensi inhibisi sebesar 97,87% dengan laju korosi 0,00002 mpy yang diperoleh pada persentase ekstrak 15%. Sedangkan, berdasarkan uji *polarisasi potensiodinamik* diperoleh laju korosi terendah terdapat pada sampel dengan persentase ekstrak 12%b/v inhibitor sebesar 1,6747 mmpy dengan efisiensi inhibisi sebesar 76,13% pada suhu 30°C. Berdasarkan hasil uji dapat pula disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu paparan maka akan semakin meningkatkan laju korosi. Sedangkan, lama waktu paparan tidak selalu meningkatkan laju korosi pada sampel dengan inhibitor. Hal ini dimungkinkan dipengaruhi oleh efek jenuh dari adsorpsi inhibitor terhadap logam itu sendiri. Sedangkan pada sampel tanpa inhibitor selalu menunjukkan peningkatan

laju korosi seiring dengan bertambahnya lama waktu paparan serta diketahui pula berdasarkan grafik tafel equation kurva pada sampel dengan laju korosi terendah semakin bergeser kebawah yang artinya korosi yang terjadi semakin rendah dan kurva bergeser ke kanan yang artinya terjadi korosi anodik pada sampel tersebut.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini dalam program Hibah Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Tahun 2023 dengan no. SK 056/PL43/HK.07/2023.

Daftar Pustaka

- [1] G. Haryono, B. Sugiarto, and H. Farid, "Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi," *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. "Kejuangan" Pengemb. Teknol. Kim. untuk Pengolah. Sumber Daya Alam Indones.*, pp. 1–6, 2010.
- [2] L. A. K. and A. A. Omnia S. Shehata, "Green Corrosion Inhibitors, Past, Present, and Future," *IntechOpen*, 2018, doi: 10.5772/intechopen.72753.
- [3] A. Rochmat, G. Liantony, and Y. D. Septiananda, "Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi Pada Baja Mild Steel Dalam Pipeline," *J. Integr. Proses*, vol. 8, no. 1, p. 45, 2019, doi: 10.36055/jip.v8i1.5601.
- [4] N. A. B. Rosli, W. A. Ibrahim, Z. Hassan, and A. H. Bin Sofian, "Review: Tropical tannin for engineering application," *Indones. J. Chem.*, vol. 20, no. 1, pp. 248–256, 2020, doi: 10.22146/ijc.40877.
- [5] A. M. Shah, A. A. Rahim, S. A. Hamid, and S. Yahya, "Green inhibitors for copper corrosion by Mangrove tannin," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 2140–2153, 2013.
- [6] B. Mulyati, "Tanin dapat Dimanfaatkan Sebagai Inhibitor Korosi," *J. Ind. Elektro, dan Penerbangan*, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/download/224/191>
- [7] T. R. Saputra, A. Ngatin, and Y. T. Sarungu, "Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (kalanchoe pinnata) dengan kepolaran berbeda," *Fuller. J. Chem.*, vol. 3, no. 1, p. 5, 2018, doi: 10.37033/fjc.v3i1.26.
- [8] N. Mulyaningsih, C. Pramono, and R. T. Prasetyo, "Pengaruh Penambahan Inhibitor Organik Ekstrak Eceng Gondok Terhadap Laju Korosi," *J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 2, 2018, doi: 10.31002/jom.v2i2.1438.
- [9] H. Kaco *et al.*, "Enhanced corrosion inhibition using purified tannin in HCL medium," *Malaysian J. Anal. Sci.*, vol. 22, no. 6, pp. 931–942, 2018, doi: 10.17576/mjas-2018-2206-02.
- [10] L. Ms and M. T. Mv, "Phytochemical analysis and antimicrobial properties of Nypa fruticans Wurmb . from Kerala," vol. 7, no. 4, pp. 688–693, 2018.
- [11] A. Kadarsah and S. G. Sari, "Kajian Potensi Tumbuhan Nipah (Nypa fruticans Wurmb .) di Desa Tabanio Kabupaten Tanah Laut," vol. 1, no. 1, pp. 14–22, 2021.
- [12] M. Farid Hossain, "Utilization of Mangrove Forest Plant: Nipa Palm (Nypa fruticans Wurmb.)," *Am. J. Agric. For.*, vol. 3, no. 4, p. 156, 2015, doi: 10.11648/j.ajaf.20150304.16.
- [13] R. M. Radam, D. Ulfah, N. M. Sari, F. Kehutanan, and U. Lambung, "Kualitas Briket Arang dari Kulit Sabut Buah Nipah (Nypa fruticans WURMB) dalam Menghasilkan Energi," *J. Hutan Trop.*, vol. 6, no. 1, pp. 52–62, 2018.
- [14] M. Mardiyana, D. Satriawan, and D. Prabowo, "Pembuatan Asap Cair Grade A Berbahan Dasar Kulit Buah Nipah (Nypa fruticans) Berbasis Teknologi Cyclone," *J. Agroindustri*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.31186/j.agroindustri.11.1.1-10.
- [15] U. Ulikaryani, I. Fadlilah, and U. S. Jati, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Buah Nipah sebagai Green Corrosion Inhibitor terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon ST37," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 3, p. 495, Dec. 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i3.4012.
- [16] ASTM, "Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using Rotating Cage," *ASTM B. Stand.*, vol. 06, no. Reapproved 2012, pp. 9–14, 2012.
- [17] ASTM, "Standard Reference Test Method For Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements," *ASTM B. Stand.*, vol. 08, no. Reapproved 1999, pp. 3–4, 2000.
- [18] M. I. El-tantawy, H. S. Gadow, I. G. Rashed, and A. E. S. Fouda, "Inhibition of Copper Corrosion by Rice Straw Extract in 2M Solution of Nitric Acid," *Biointerface Res. Appl. Chem.*, vol. 12, no. 1, pp. 83–104, 2021, doi: 10.33263/briac121.083104.