



Laju Korosi Logam Baja Karbon Rendah di Larutan Garam pada Berbagai Konsentrasi Inhibitor Korosi dari Ekstrak Daun Pepaya

[Low Carbon Steel Metal Corrosion Rate in Salt Solution at Various Concentrations of Corrosion Inhibitor from Papaya Leaf Extract]

Ninik Lintang Edi Wahyuni, Rony Pasonang Sihombing, Nurcahyo, Agustinus Ngatin, Yunus Tonapa Sarungu, Alfiana Adhitasari, Bambang Soeswanto, Emma Hermawati Muhari, Retno Indarti✉

Politeknik Negeri Bandung, Teknik Kimia - Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

Abstract. Papaya leaf extract could be used as an organic corrosion inhibitor. Corrosion inhibitors were used as a method to reduce corrosion rate. The most corrosive environment was the marine environment. The purpose of this study was to determine the best concentration of papaya (*Carica papaya*) leaf extract inhibitor which could reduce the corrosion rate of low carbon steel in a 3.56% NaCl solution environment. The maceration process was carried out for 24 hours with 70% ethanol solvent with a solute:solvent ratio of 1:8 (w/v) at room temperature. Inhibitor extracts were analyzed qualitatively with the phytochemical method. The addition of FeCl₃ was carried out on the inhibitor extract from papaya leaves. The color change occurred from blackish brown to greenish black which indicated the presence of tannin compounds in the papaya leaf extract. Corrosion testing was carried out with hot stream temperature setting at 45°C to 55°C and concentrations of inhibitor extracts at 300, 600, and 900 ppm. The test was conducted for 36 hours with a span of metal mass every 6 hours. Corrosion rate calculation is done by weight loss method. The results showed that papaya leaf extract inhibitors positive contained corrosion inhibitor and could reduce the corrosion rate in 3.56% NaCl solution. The corrosion rate without inhibitor is 1.023 mmpy. Corrosion rates with inhibitor concentrations of 300, 600, and 900 ppm were 0.755, 0.585, and 0.438 mmpy, respectively.

Keywords: Maserasi, inhibitor, daun pepaya, laju korosi

Abstrak. Ekstrak daun pepaya dapat digunakan sebagai inhibitor korosi organik. Inhibitor korosi digunakan sebagai salah satu metode untuk menurunkan laju korosi. Kondisi lingkungan dengan tingkat yang paling korosif adalah lingkungan garam, dalam hal ini adalah laut. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan konsentrasi terbaik inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya*) yang dapat menurunkan laju korosi pada baja karbon rendah dalam lingkungan larutan NaCl 3,56%. Proses maserasi dilakukan selama 24 jam dengan pelarut etanol 70% dengan rasio umpan: pelarut sebesar 1:8 (b/v) pada suhu kamar. Ekstrak inhibitor dianalisis secara kualitatif dengan metode fitokimia. Penambahan FeCl₃ dilakukan pada ekstrak inhibitor dari daun pepaya. Perubahan warna terjadi dari coklat kehitaman menjadi hitam kehijauan yang mana hal ini mengindikasikan adanya senyawa tanin dalam ekstrak daun pepaya. Pengujian korosi dilakukan dengan pengaturan suhu aliran panas sebesar 45°C hingga 55°C serta konsentrasi ekstrak inhibitor sebesar 300, 600, dan 900 ppm. Pengujian dilakukan selama 36 jam dengan rentang waktu massa logam setiap 6 jam. Perhitungan laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak daun pepaya positif mengandung inhibitor dan dapat menurunkan laju korosi dalam lingkungan larutan NaCl 3,56%. Laju korosi tanpa inhibitor adalah 1,023 mmpy. Laju korosi dengan konsentrasi inhibitor 300, 600, dan 900 ppm masing-masing adalah 0,755; 0,585 dan 0,438 mmpy.

Kata kunci: Maceration, inhibitor, papaya leaf, corrosion rate

Diterima: 3 April 2023, Disetujui: 22 Juni 2023

Sitasi: Wahyuni, NLE., Sihombing, RP., Nurcahyo., Ngatin, A., Sarungu, YT., Adhitasari, A., Soeswanto, B., Muhari, EH., dan Indarti, R. (2023). Laju Korosi Logam Baja Karbon Rendah di Larutan Garam pada Berbagai Konsentrasi Inhibitor Korosi dari Ekstrak Daun Pepaya. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(2): 107-112.

✉ Corresponding author

E-mail: retno.indarti@polban.ac.id

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i2.16344>



LATAR BELAKANG

Logam baja diklasifikasikan menjadi beberapa jenis logam berdasarkan kandungan karbonnya. Baja karbon rendah memiliki kandungan karbon 0,05%-0,3%. Aplikasi jenis baja karbon rendah biasanya digunakan untuk struktur bangunan, jembatan penyebrangan, bodi kendaraan. Baja karbon menengah memiliki kandungan karbon 0,3%-0,5%. Jenis baja ini biasanya digunakan untuk rel kereta api, bahan baku pembuatan roda gigi, baut atau pegas serta pembuatan mesin lainnya. Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,6%-1,5% (Yunaidi, 2016). Penggunaan jenis baja ini biasanya diaplikasikan pada peralatan seperti gergaji, palu, dan pembuatan kikir.

Peralatan industri sebagian besar menggunakan bahan logam, diantaranya adalah industri makanan, pengolahan minyak bumi, farmasi, dan sebagainya. Terbuatnya bahan peralatan industri dari logam ini memungkinkan terjadinya kerusakan yang diakibatkan karena korosi. Proses korosi terjadi karena adanya kontak dengan lingkungan yang menghasilkan reaksi oksidasi-reduksi. Peristiwa korosi tidak dapat dihindari dalam penggunaan logam. Akan tetapi laju korosi dapat dikendalikan salah satunya dengan penggunaan inhibitor (Stefanoni *et al.*, 2018).

Penggunaan inhibitor merupakan metode efektif yang digunakan dunia industri untuk mengendalikan laju korosi. Akan tetapi, penggunaan inhibitor anorganik memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan juga berbahaya (Xhanari & Finšgar, 2019). Oleh karenanya, inhibitor organik dipilih dengan pertimbangan ekonomis, ramah lingkungan dan ketersediaan bahan baku (Tan *et al.*, 2021b). Bahan inhibitor organik yang

digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak daun pepaya.

Pepaya merupakan tanaman yang cukup melimpah di Indonesia (Hasan *et al.*, 2020). Ekstrak daun pepaya memiliki kandungan N-asetil glukosaminida yang dapat berfungsi sebagai donor elektron yang membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe di permukaan logam (Afrizon, 2022). Selain itu, daun pepaya juga mengandung zat tanin yang akan membentuk senyawa kompleks Fe Tanat pada permukaan besi yang akan mengendalikan laju korosi dengan mengurangi kontak Fe dengan lingkungan luar (Sanjaya *et al.*, 2018).

Penelitian sebelumnya terkait konsentrasi inhibitor daun pepaya dilakukan pada logam baja (Irianty & Khairat, 2013). Hasil penelitian diperoleh nilai laju korosi terendah pada 8.5×10^{-6} g/mm² dalam 40 hari. Penelitian lain terdapat pada penelitian yang dilakukan pada logam baja karbon SC 40 grade B ERW (Handani & Elta, 2012). Hasil penelitian tersebut didapatkan nilai laju korosi terendah pada 0,001 g/mm² hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan ekstrak daun pepaya terbaik terhadap laju korosi logam baja. Disamping itu, besaran efisiensi ekstrak daun pepaya dalam media larutan NaCl 3,56% juga merupakan tujuan dari bagian penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan yaitu daun pepaya yang sudah dikeringkan dan menjadi serbuk, larutan etanol 70% (teknis), aquades, larutan NaCl dan FeCl₃. Alat yang digunakan diantaranya logam baja karbon rendah, hotplate, gelas kimia, blender, neraca analitik,

termometer, gelas ukur, kertas saring, batang pengaduk, dan corong.

Prosedur Penelitian

Maserasi

Pencucian daun pepaya dilakukan hingga bersih dan kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 15 hari. Setelah kering, dilakukan proses reduksi supaya daun pepaya kering menjadi bubuk dengan menggunakan blender. Hal ini dilakukan agar luas permukaan meningkat ketika masuk ke dalam proses berikutnya, yaitu proses ekstraksi. Pelarut etanol 70% digunakan untuk proses maserasi. Campuran antara bubuk daun pepaya kering dengan larutan etanol digabungkan untuk proses maserasi. Proses tersebut dilakukan dalam suhu ruang (25°C) selama 24 jam dan dilakukan pengadukan menggunakan magnetik stirrer. Hasil dari proses maserasi disaring dan pelarutnya diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 70°C dengan kecepatan 80 rpm hingga ekstrak berbentuk pasta (Pratiwi 2018).

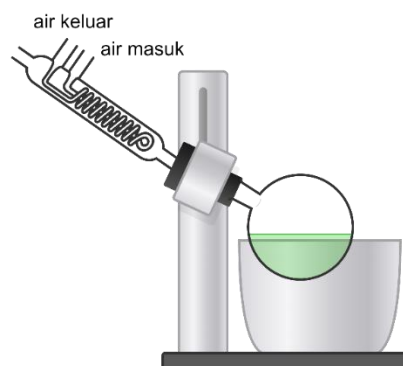
Uji korosi

Penimbangan berat awal dan luas permukaan benda kerja terlebih dahulu dilakukan. Uji korosi dilakukan dalam media larutan NaCl 3,56% dengan penambahan ekstrak daun pepaya. Selanjutnya ekstrak daun pepaya ditambahkan ke dalam lingkungan media larutan NaCl 3,56% dengan konsentrasi inhibitor ekstrak daun pepaya yang digunakan yaitu 300, 600, dan 900 rpm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses maserasi dilakukan dengan perbandingan umpan dan pelarut sebesar 1:8 selama 24 jam menggunakan pelarut etanol 70%. Pengadukan secara kontinyu dalam

proses maserasi dilakukan agar dihasilkan ekstrak yang lebih banyak (Garcia-Vaquero et al., 2020). Hasil ekstraksi daun pepaya dipisahkan dengan cara filtrasi agar tidak bercampur dengan rafinatnya (Tan et al., 2021a). Ekstrak hasil filtrasi dipekatkan dengan rotary evaporator dengan kondisi operasi pada suhu 70°C dan kecepatan 80 rpm hingga terbentuk pasta (Lalegani et al., 2018). Skema pemekatan ditunjukkan pada Gambar 1 (Indarti, 2022). Pasta hasil pemekatan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Sketsa pemekatan

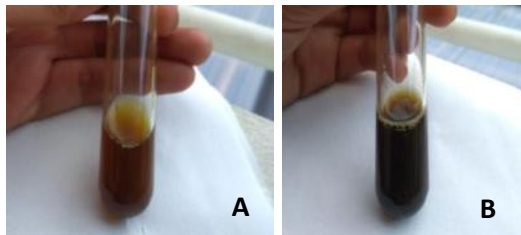


Gambar 2. Pasta ekstrak daun pepaya

Hasil Analisis Kualitatif Ekstrak Daun Pepaya

Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa tanin yang ada dalam hasil ekstraksi daun pepaya. Analisis ini dilakukan dengan cara menambahkan larutan FeCl_3 sebagai reduktor ke dalam ekstrak daun pepaya. Hasil pengujian menunjukkan adanya senyawa tanin yang ditandai perubahan warna menjadi hitam

kehijauan (Mulyati, 2019). Perubahan ini terjadi dikarenakan terkondensasinya tanin setelah bereaksi dengan larutan FeCl_3 sehingga membentuk senyawa kompleks Fe^{3+} (Indarti, 2022; Xu et al., 2019). Perubahan warna hasil pengujian tanin dalam ekstrak ditunjukkan pada Gambar 3.



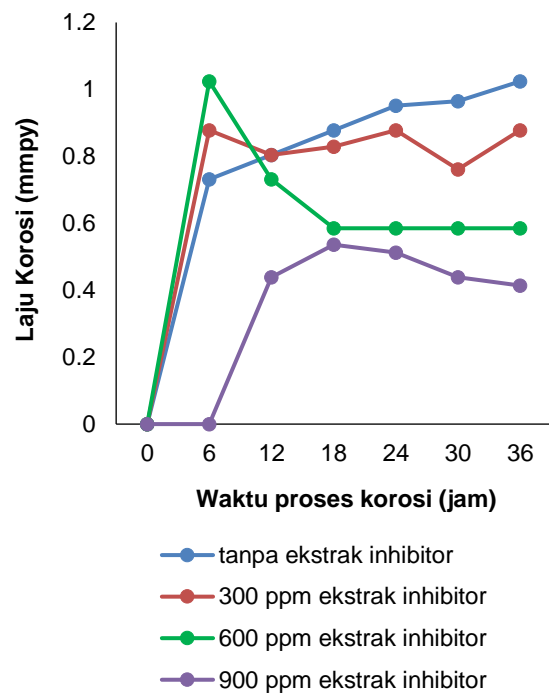
Gambar 3. Ekstrak daun pepaya tanpa (A) dan dengan (B) larutan FeCl_3

Laju Korosi

Metode pengurangan berat (*weight loss*) digunakan dalam pengujian laju korosi. Pada lingkungan larutan NaCl 3,56% terdapat ion-ion Cl yang agresif. Kondisi ini mengakibatkan dengan bertambahnya waktu korosi, pengurangan massa logam akan semakin besar dan menyebabkan nilai laju korosi akan semakin tinggi. Hasil pengujian laju korosi ditunjukkan pada Gambar 4.

Perubahan laju korosi dengan variabel tanpa inhibitor dan variasi konsentrasi inhibitor dilakukan selama 36 jam. Pada variabel tanpa inhibitor, terjadi kenaikan seiring berjalan waktu. Hal ini dikarenakan proses korosi terjadi dengan sendirinya pada lingkungan NaCl 3,56%. Pada variabel ekstrak dengan konsentrasi 300 ppm dan 600 ppm, terjadi peningkatan laju korosi pada 6 jam pertama. Hal ini dikarenakan pada 6 jam pertama, lapisan film pelindung belum terbentuk (Liu et al., 2019; Wasim et al., 2018). Pada waktu 12 jam hingga 36 jam, lapisan inhibitor mulai teradsorpsi pada permukaan logam membentuk lapisan Fe tanat yang melindungi

logam dari korosi sehingga laju korosinya dapat menurun (D'Alessandro et al., 2018). Inhibitor dengan ekstrak 300 ppm mampu menurunkan laju korosi dari 0,877 mmpy hingga 0,755 mmpy. Inhibitor dengan ekstrak 600 ppm mampu menurunkan laju korosi dari 1,023 mmpy hingga 0,585 mmpy. Uji korosi dengan penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya 900 ppm menghasilkan penurunan lebih baik (0,658 mmpy menjadi 0,438 mmpy).



Gambar 4. Laju korosi inhibitor



Gambar 5. Penampakan baja hasil uji korosi

Secara fisik, penampakan benda uji baja hasil percobaan ditunjukkan pada Gambar 5 dimana hasil dari kiri ke kanan adalah baja tanpa inhibitor, inhibitor 300, 600 dan 900 ppm.

KESIMPULAN

Inhibitor dari ekstrak daun pepaya berhasil dibuat dan mampu menurunkan laju korosi dari 1,023 mmpy hingga 0,438 mmpy. Nilai laju korosi terendah dibuat dari ekstrak dengan konsentrasi 900 ppm. Hal ini bermakna konsentrasi 900 ppm merupakan konsentrasi terbaik dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Bandung atas dukungannya. Penelitian ini dibiayai oleh Politeknik Negeri Bandung melalui Skema Penelitian Madya Utama Surat Perjanjian nomor B/97.19/PL1.R7/PG.00.03/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizon, A. (2022). Studi Penerapan Ekstrak Eceng Gondok Sebagai Inhibitor dalam Penanganan Korosidi Pipa Salur Minyak Bumi. *[Skripsi]*. Universitas Islam Riau, Riau, hlm. 1–38. <https://repository.uir.ac.id/10670/1/153210805.pdf>
- D'Alessandro, O., Selmi, G. J., Deyá, C., Di Sarli, A., and Romagnoli, R. (2018). Formulation and Assessment of a Wash-Primer Containing Lanthanum "Tannate" for Steel Temporary Protection. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 27(2), 687–704. <https://doi.org/10.1007/s11665-017-3103-y>
- Garcia-Vaquero, M., Rajauria, G., and Tiwari, B. (2020). Conventional extraction techniques: Solvent extraction. In *Sustainable Seaweed Technologies*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817943-7.00006-8>
- Handani, S., & Elta, M. S. (2012). Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya Terhadap Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B Erw dalam Medium Air Laut dan Air Tawar. *Jurnal Riset Kimia*, 5(2), 175. <https://doi.org/10.25077/jrk.v5i2.219>
- Hasan, M, U., Mustakim, Masnur, dan Elihami. (2020). Produk Olahan Pepaya Pada Masyarakat Boiya Menjadi Selai Yang Menghasilkan Nilai Jual. *Maspul Journal of Community Empowerment*, 1(2), 18-24.
- Indarti, R. (2022). Ekstraksi Teh Hijau dan Aplikasinya sebagai Pengendali Korosi Pada Pompa di Lingkungan Garam NaCl 3 , 56 %. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 8(3), 248–257.
- Irianty, R. S., dan Khairat. (2013). Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja AISI 4140 dalam Medium Air Laut. *Jurnal Teknobiologi*, 4(2), 77–82.
- Lalegani, S., Ahmadi Gavlighi, H., Azizi, M. H., and Amini Sarteshnizi, R. (2018). Inhibitory activity of phenolic-rich pistachio green hull extract-enriched pasta on key type 2 diabetes relevant enzymes and glycemic index. *Food Research International*, 105, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.003>
- Liu, H., Cao, F., Song, G. L., Zheng, D., Shi, Z., Dargusch, M. S., and Atrens, A. (2019). Review of the atmospheric corrosion of magnesium alloys. *Journal of Materials Science and Technology*, 35(9), 2003–2016. <https://doi.org/10.1016/j.jmst.2019.05.001>
- Mulyati, B. (2019). Tanin dapat Dimanfaatkan Sebagai Inhibitor Korosi. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 8(1).
- Sanjaya, R., Ginting, E., dan Riyanto, A. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* l) sebagai Inhibitor pada Baja ST37 dalam Medium Korosif NaCl 3% dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 6(2), 167–174. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v6i2.1839>
- Stefanoni, M., Angst, U., and Elsener, B. (2018). Corrosion rate of carbon steel in carbonated concrete – A critical review. *Cement and Concrete Research*, 103, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.10.007>
- Tan, B., He, J., Zhang, S., Xu, C., Chen, S., Liu, H., and Li, W. (2021a). Insight into anti-corrosion nature of Betel leaves water extracts as the novel and eco-friendly inhibitors. *Journal of Colloid and Interface*

- Science*, 585, 287–301.
<https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.11.059>
- Tan, B., Xiang, B., Zhang, S., Qiang, Y., Xu, L., Chen, S., and He, J. (2021b). Papaya leaves extract as a novel eco-friendly corrosion inhibitor for Cu in H₂SO₄ medium. *Journal of Colloid and Interface Science*, 582, 918–931.
<https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.08.093>
- Wasim, M., Shoaib, S., Mubarak, N. M., Inamuddin, and Asiri, A. M. (2018). Factors influencing corrosion of metal pipes in soils. *Environmental Chemistry Letters*, 16(3), 861–879.
<https://doi.org/10.1007/s10311-018-0731-x>
- Xhanari, K., and Finšgar, M. (2019). Organic corrosion inhibitors for aluminum and its alloys in chloride and alkaline solutions: A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 4646–4663.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.08.009>
- Xu, W., Han, E. H., and Wang, Z. (2019). Effect of tannic acid on corrosion behavior of carbon steel in NaCl solution. *Journal of Materials Science and Technology*, 35(1), 64–75.
<https://doi.org/10.1016/j.jmst.2018.09.001>
- Yunaidi. (2016). Perbandingan Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah dan Stainless Steel Seri 201, 304, dan 430 dalam Media Nira. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST)*, 1(1), 1–6.