

Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Baja Paduan dalam Medium Larutan NaCl 3,56% (b/v)

Agustinus Ngatin¹, Annisaa Fitri Wulandari¹, Asri Dwi Saffanah¹, Sinta Setyaningrum¹, Dian Ratna Suminar^{1*}

¹ Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung, 40559, Indonesia

* Email: dian.ratna@polban.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima 23 September 2022
Direvisi 28 November 2022
Disetujui 30 November 2022

doi.org/10.35313/fluida.v15i2.3923

Keyword:

Guava leaf extract
Antioxidant
NaCl
Corrosion inhibitor
Alloy steel

ABSTRACT

Corrosion is a problem that cannot be avoided by industry. One of the efforts to reduce the corrosion rate is by using corrosion inhibitors. Guava leaves (*Psidium guajava L.*) contain antioxidants in the form of tannins that can be utilized as an environmentally friendly organic corrosion inhibitor on high-alloy steel in a 3.56% (b/v) NaCl solution medium. Guava leaf extract was obtained by maceration method, while corrosion activity was by immersion method. This study examines the effect of guava leaf extract inhibitor concentration and corrosion time on the corrosion rate with its inhibition efficiency on high alloy steel in a 3.56% NaCl solution medium. The results showed that the lowest corrosion rate was achieved at 400 ppm extract inhibitor concentration of 0.0244 mm/y with 53.03% inhibition efficiency. The effect of high alloy steel corrosion time at 400 and 800 ppm extract inhibitor concentrations produced the lowest corrosion rate at 192 hours, namely 0.0301 and 0.0282 mm/y. The use of guava leaf extract as a corrosion inhibitor successfully reduced the corrosion rate of high-alloy steel in a 3.56% NaCl solution medium.

ABSTRAK

Kata kunci:
Ekstrak daun jambu biji
Antioksidan
NaCl
Inhibitor korosi
Baja paduan

Korosi merupakan masalah yang tak dapat dihindari oleh industri. Salah satu upaya untuk menekan laju korosi adalah dengan menggunakan inhibitor korosi. Daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) mengandung antioksidan berupa tanin yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi organik ramah lingkungan pada baja paduan tinggi dalam medium larutan NaCl 3,56% (b/v). Ekstrak daun jambu biji didapatkan dengan metode maserasi, sedangkan pengkorosian dengan metode perendaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji dan waktu pengkorosian terhadap laju korosi dengan efisiensi inhibisinya pada baja paduan tinggi dalam medium larutan NaCl 3,56%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi terendah dicapai pada konsentrasi inhibitor ekstrak 400 ppm sebesar 0,0244 mm/y dengan efisiensi inhibisi 53,03%. Pengaruh waktu pengkorosian baja paduan tinggi pada konsentrasi inhibitor ekstrak 400 dan 800 ppm menghasilkan laju korosi terendah pada waktu 192 jam, yaitu 0,0301 dan 0,0282 mm/y. Penggunaan ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor korosi berhasil menurunkan laju korosi baja paduan tinggi dalam medium larutan NaCl 3,56%.

PENDAHULUAN

Korosi yang biasa disebut dengan peristiwa pengkaratan merupakan suatu fenomena alamiah yang menurunkan kualitas suatu logam baik internal maupun eksternal dan dapat terjadi pada berbagai

jenis logam. Korosi terjadi karena adanya reaksi elektrokimia secara spontan antara suatu logam dengan kondisinya. Hingga saat ini, korosi menjadi salah satu faktor utama kerugian industri karena meningkatkan biaya perawatan (biaya

langsung), mengganggu proses produksi yang menyebabkan efektivitas dan efisiensi produksi menurun (biaya tak langsung), dan masih banyak lagi.

Hampir 90% alat, mesin, dan instalasi industri berasal dari logam dan paduannya [1]. Bahan penyusun utama dari peralatan di industri dominannya adalah besi dan baja karena sumbernya yang melimpah dan nilainya yang ekonomis. Namun, logam tersebut rentan mengalami korosi, salah satunya pada peralatan industri kondensor pada plant desalinasi. Terhitung biaya yang diperlukan untuk perawatan dan penanggulangan masalah korosi skala nasional di beberapa negara mencapai 1,5 – 5,0% dari GNP (*Gross National Product*) [2]. Jika ditinjau dari biaya perawatan di industri sektor kimia, biayanya mencapai 70 – 80% dari seluruh biaya perawatan [3].

Hingga saat ini, telah banyak dikembangkan metode pengendalian korosi yang fokus utamanya untuk menghambat laju korosi seefektif mungkin. Beberapa di antaranya yang sudah banyak diaplikasikan di industri adalah metode proteksi katodik, *electroplating*, *coating*, dan penggunaan inhibitor. Penggunaan inhibitor korosi menjadi salah satu pilihan yang lebih dominan karena mudah diaplikasikan, terkhusus untuk jenis inhibitor korosi organik.

Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia baik organik ataupun anorganik yang dapat menurunkan laju korosi dari logam yang berada di lingkungan korosif setelah ditambahkan ke dalam lingkungan tersebut dalam jumlah tertentu [4]. Penggunaan inhibitor organik dari ekstrak bahan alam cenderung aman karena ramah lingkungan, harga lebih ekonomis, dan ketersediaan yang melimpah di alam [5].

Daun jambu biji menjadi salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi organik. Disebutkan bahwa daun jambu biji mengandung senyawa antioksidan tanin yang cukup tinggi, yaitu sekitar 12 – 18% [6]. Senyawa tanin merupakan senyawa kompleks yang memiliki gugus elektronegatif, kandungan heteroatom (N, O, dan S), dan ikatan rangkap konjugasi yang berperan sebagai pusat adsorpsi utama dari inhibitor korosi [7].

Efisiensi penurunan laju korosi tertinggi pada plat besi dalam medium HCl 2N adalah pada penambahan inhibitor sebanyak 9g selama 12 hari perendaman dengan efisiensi inhibisi di atas 90% oleh

inhibitor daun jambu biji berupa serbuk [8]. Inhibitor teh memiliki kinerja terbaik dengan efisiensi inhibitor mencapai 95,48%, daun jambu biji mencapai 93,45%, inhibitor kedelai mencapai 91,72%, sedangkan efisiensi dari inhibitor kopi hanya mencapai 87,83% [9]. Latar belakang penelitian ini adalah mengetahui efisiensi penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji tertinggi yang dapat dicapai dalam menghambat laju korosi pada spesimen baja paduan tinggi dalam medium NaCl 3,56% selama waktu tertentu.

METODE

Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini antara lain daun jambu biji kering, metanol teknis 95%, NaCl padat, akuades, FeCl₃, NaOH, HCl, asam askorbat, asam oksalat, H₂SO₄, dan amonium molibdat. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain bejana maserasi, *rotary vacuum evaporator*, spektrofotometer *visible*, *hot plate*, dan neraca analitik.

Ekstraksi Daun Jambu Biji

Daun jambu biji kering berukuran 0,32mm dimaserasi menggunakan metanol teknis 95% dengan perbandingan umpan:pelarut adalah 1:10 selama 2×24 jam. Filtrat yang dihasilkan kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada kecepatan 200RPM dan suhu 70°C.

Pengujian pada ekstrak dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Uji kualitatif dilakukan dengan penambahan larutan FeCl₃ sebanyak 3 tetes untuk menentukan adanya tanin. Uji kuantitatif dilakukan dengan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 595 – 750nm.

Proses Pengkorosian

Spesimen baja paduan dengan dimensi 20 mm × 70 mm × 3 mm dibersihkan menggunakan kertas *abrasive*, kemudian karat yang masih tersisa dibersihkan dalam larutan HCl 10%. Selanjutnya dilakukan pembersihan kotoran lemak dalam larutan NaOH 10%. Permukaan logam kemudian dibersihkan dengan air, dicelupkan dalam alcohol, dan dikeringkan.

Logam yang kering dan telah diketahui beratnya dicelupkan dalam media larutan NaCl 3,56% yang telah ditambahkan ekstrak dengan variasi konsentrasi (0, 50, 100, 200, 400, 800, dan 1600 ppm) selama 7 hari.

Pada hasil laju korosi baja paduan yang rendah dilakukan percobaan dengan variasi waktu perendaman (6, 24, 48, 96, 192, dan 384 jam). Produk korosi pada baja paduan dihilangkan dengan cara dicelupkan dalam larutan NaOH pada suhu 700°C selama 15 menit, dibilas dengan air panas, dikeringkan, dan ditimbang sebagai berat akhir.

Laju korosi baja paduan dihitung menggunakan **pers. (1)** [10]:

$$CR \left(\frac{mm}{y} \right) = \frac{k \times w}{D \times A \times T} \quad (1)$$

keterangan:

- CR = laju korosi (mm/y)
- K = konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$)
- w = berat yang hilang (g)
- D = massa jenis spesimen (g/cm^3)
- A = luas spesimen (cm^2)
- T = waktu yang diperlukan (jam)

Efisiensi inhibisi dihitung dengan **pers. (2)** [11]:

$$EI = \frac{CR_o - CR}{CR_o} \times 100\% \quad (2)$$

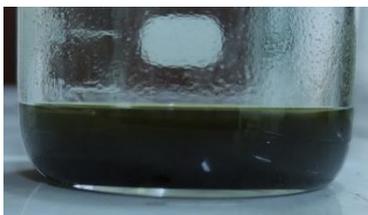
keterangan:

- EI = efisiensi inhibisi (%)
- CR_o = laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)
- CR = laju korosi dengan inhibitor (mm/y)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Daun Jambu Biji

Kadar air pada daun jambu biji kering berdiameter partikel 0,32mm berkurang 24,84%. Daun jambu biji diekstrak dengan metode maserasi. Dalam proses maserasi, metanol sebagai pelarut polar akan mengikat komponen-komponen senyawa antioksidan dalam daun jambu biji yang bersifat semipolar. Ekstrak hasil maserasi berupa larutan encer yang kemudian difiltrasi, ditunjukkan pada **Gambar 1**.



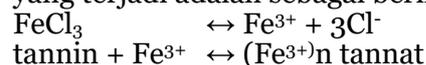
Gambar 1. Filtrat Ekstrak Daun Jambu Biji

Filtrat encer masih mengandung metanol sehingga perlu dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator*. Hasilnya berupa ekstrak pekat berwarna kehitaman dan berbau khas seperti yang disajikan pada **Gambar 2**. Berat ekstrak pekat yang didapat adalah 35,99g dengan densitas 0,99mg/L dan %yield sebesar 35,99%.



Gambar 2. Ekstrak Pekat

Analisis kualitatif dan kuantitatif dapat dilakukan pada ekstrak pekat. Analisis kualitatif bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya kandungan antioksidan tanin di dalam ekstrak pekat. Sejumlah ekstrak pekat direaksikan dengan larutan FeCl₃ menghasilkan warna hijau kehitaman seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Terbentuknya warna tersebut menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji positif mengandung tanin dimana ion Fe³⁺ membentuk senyawa kompleks besi(III)-tanin atau tanat koordinasi [12]. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil Analisis Kualitatif Kadar Tanin

Analisis kuantitatif ekstrak pekat bertujuan untuk mengetahui kadar antioksidan yang terkandung di dalamnya menggunakan metode spektrofotometri. Vitamin C merupakan senyawa antioksidan lain yang terkandung di dalam daun jambu biji selain tanin sehingga pengukuran kadar antioksidan pada ekstrak dapat distandarkan pada kadar vitamin C [13]. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan spektrofotometer *visible* pada range panjang gelombang 595 – 750nm. Hasil analisis menunjukkan bahwa terkandung sebanyak 4.076 ppm senyawa antioksidan vitamin C dalam ekstrak pekat.

Pengujian Ekstrak sebagai Inhibitor

Metode pengujian korosi yang dilakukan adalah *immersion test*. Spesimen baja paduan yang telah disiapkan direndam di dalam medium korosif (ditambah inhibitor ekstrak) selama waktu tertentu dalam keadaan kedap udara. Berdasarkan hasil pengujian korosi, penambahan ekstrak daun jambu biji ke dalam medium larutan NaCl 3,56% memberikan pengaruh terhadap laju korosi yang terjadi pada spesimen baja paduan tinggi. Hal tersebut mengartikan bahwa ekstrak daun jambu biji benar dapat dijadikan sebagai inhibitor korosi karena dapat menurunkan lajunya.

Laju korosi pada medium pengkorosian yang ditambahkan inhibitor ekstrak daun jambu biji lebih rendah dibandingkan dengan tanpa inhibitor. Inhibitor ekstrak diketahui mengandung antioksidan berupa tanin yang termasuk senyawa fenolik. Senyawa ini berkarakteristik redoks sehingga dapat berperan sebagai pereduksi dan pendonor hidrogen. Antioksidan yang terkandung di dalam inhibitor ekstrak akan menghambat reaksi korosi sebagai ligan pendonasi sepasang elektron kepada spesimen baja untuk membentuk suatu senyawa kompleks yang mampu melindungi spesimen dari medium korosif dengan membentuk lapisan pelindung [14].

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak terhadap Laju Korosi dan Inhibisinya

Pengujian korosi awal dilakukan dengan tujuh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak, yaitu 0, 50, 100, 200, 400, 800, dan 1600 ppm selama 169,5 jam.

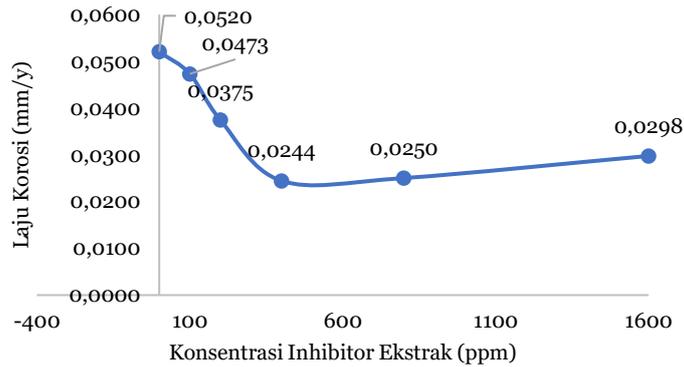


Gambar 4. Spesimen Baja Tanpa dan Dengan Inhibitor

Pada **Gambar 4**, terdapat produk korosi berwarna merah kecoklatan pada permukaan spesimen dalam medium NaCl 3,56% tanpa ditambahkan inhibitor. Interaksi langsung antara medium korosif larutan NaCl 3,56% dengan logam menyebabkan terjadinya produk korosi. Terjadi reaksi oksidasi anodik pada logam dengan melepaskan elektron membentuk ion logam menjadi produk korosi (ion logam Fe_2^+) serta reaksi reduksi katodik yang melibatkan penangkapan elektron yang dilepaskan. Reaksinya: $O_2 (g) + 2H_2O (g) + 2e^- \rightarrow 4OH^- (aq)$. Sementara pada sampel yang ditambahkan ekstrak terbentuk lapisan pelindung pada logam sehingga dapat menghambat interaksi antara medium korosif dengan spesimen.

Selama proses pengkorosian, senyawa antioksidan ekstrak berupa tanin membentuk senyawa kompleks dengan besi (II). Ion logam Fe_2^+ akan menjadi pusat terbentuknya ikatan dengan gugus OH^- milik tanin. Dengan adanya oksigen, kompleks tersebut akan berkontak dan berubah menjadi kompleks besi (III)-tanin yang disebut juga dengan tanat. Bentuk kompleks ini terserap dan melekat membentuk lapisan pada permukaan besi dan berperan sebagai penghalang interaksi antara medium korosi (larutan NaCl 3,56%) dengan permukaan spesimen [15].

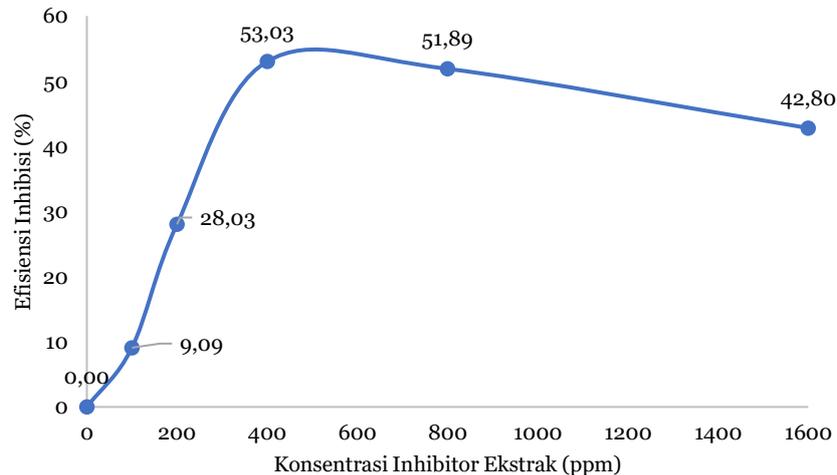
Berdasarkan **Gambar 5**, peningkatan konsentrasi inhibitor ekstrak menghasilkan laju korosi yang semakin menurun. Namun, pada konsentrasi 800 ppm dan 1600 ppm laju korosinya meningkat kembali. Hal ini dapat terjadi karena inhibitor ekstrak daun jambu biji telah mencapai titik jenuhnya sehingga ketika ditambahkan lebih dari konsentrasi terjenuhnya, maka kemampuannya untuk menginhibisi spesimen menurun.



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak terhadap Laju Korosi

Efisiensi inhibisi paling tinggi terjadi pada penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak 400 ppm yang mencapai 53,03% dengan laju korosinya 0,0244 mm/y dan pada variasi 800 ppm sebesar 51,89%

dengan laju korosi 0,0250 mm/y (**Gambar 6**). Konsentrasi inhibitor ekstrak 400 dan 800 ppm mempunyai kemampuan menghambat korosi lebih tinggi pada proses pengkorosian 169,5 jam.

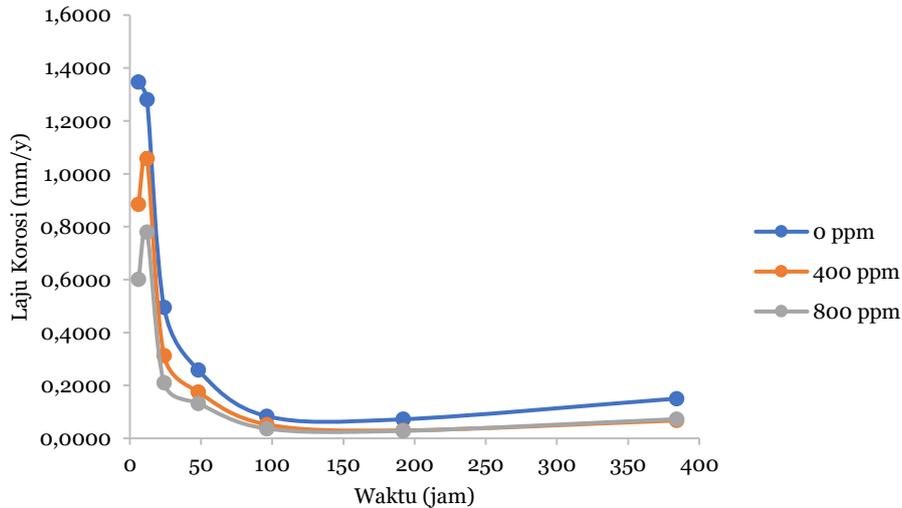


Gambar 6. Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak terhadap efisiensi inhibisi pada T = 169,5 jam

Pengaruh Waktu terhadap Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisinya

Uji korosi lanjutan dilakukan berfokus pada tiga variasi penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak, yaitu 0, 400, dan 800 ppm selama variasi waktu 6, 12, 24, 48, 96, 192, dan 384 jam. Perbedaan paling mencolok yang terjadi adalah adanya penurunan laju korosi. Laju korosi

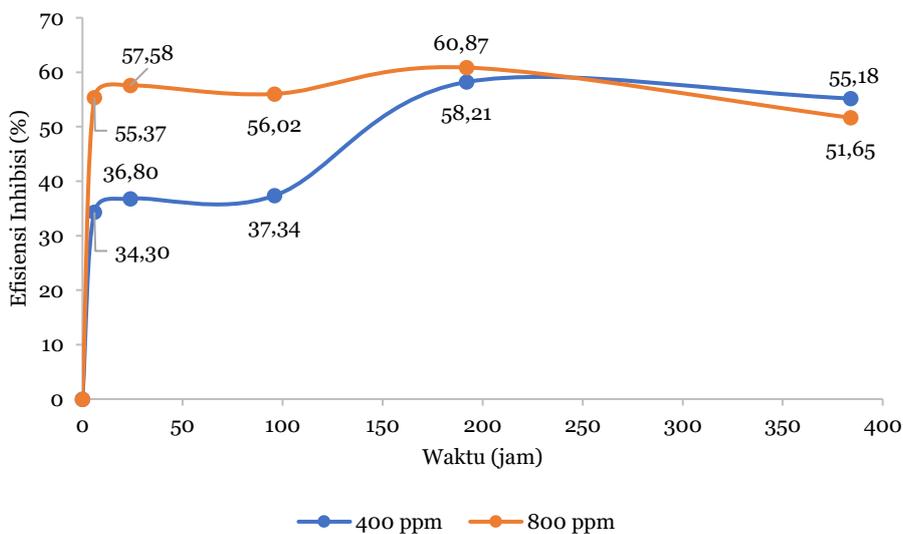
spesimen baja pada media tanpa inhibitor (konsentrasi 0 ppm inhibitor ekstrak) adalah yang tertinggi dibandingkan dengan spesimen yang terkorosi dalam media dengan penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji. Hasil pengujian korosi lanjutan digambarkan ke dalam grafik pengaruh waktu terhadap laju korosi yang disajikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Pengaruh Waktu Pengkorosian Terhadap Laju Korosi

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi inhibitor ekstrak yang ditambahkan menghasilkan laju korosi yang semakin rendah. Secara keseluruhan, laju korosi semakin menurun seiring bertambahnya waktu perendaman yang semakin lama. Hal ini dikarenakan inhibitor membentuk lapisan pelindung pada permukaan spesimen baja, yang semakin waktu akan semakin melekat karena terbentuk suatu senyawa yang saling mengikat dengan permukaan spesimen membentuk suatu senyawa baru yang kompleks dan lebih stabil, yaitu senyawa besi(III)-tanin. Senyawa kompleks tersebut terbentuk dari reaksi antara kandungan antioksidan inhibitor ekstrak daun jambu biji, yaitu tanin dengan ion logam Fe^{3+} .

Nilai laju korosi terendah yang dapat dicapai oleh konsentrasi inhibitor ekstrak 400 ppm adalah pada waktu perendaman selama 192 jam, yaitu 0,0301 mm/y dengan efisiensi inhibisinya mencapai 58,21%. Begitu pula dengan konsentrasi inhibitor ekstrak 800 ppm yang dapat mencapai 0,0282 mm/y dengan efisiensi inhibisinya 80,87%. Kenaikan laju korosi yang terjadi pada waktu pengkorosian yang lebih dari 192 jam mengartikan bahwa sudah tercapainya waktu jenuh dari kedua konsentrasi inhibitor ekstrak sebagai inhibitor yang digunakan untuk dapat menginhibisi spesimen dengan maksimal. Akibatnya, lapisan inhibitor yang terbentuk di permukaan logam pada waktu lebih dari 192 jam kemampuannya semakin melemah.



Gambar 8. Pengaruh Waktu Pengkorosian Terhadap Efisiensi Inhibisi

Berdasarkan **Gambar 8**, terlihat bahwa baik pada variasi konsentrasi inhibitor ekstrak 400 dan 800 ppm sama-sama menghasilkan grafik yang berfluktuasi. Namun jika dibandingkan secara keseluruhan terlihat bahwa efisiensi inhibisi pada ekstrak 400 ppm dominan lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 800 ppm. Efisiensi tertinggi dicapai pada konsentrasi inhibitor ekstrak 800 ppm. Hal itu berarti antara kedua variasi konsentrasi inhibitor ekstrak yang digunakan, penambahan ekstrak sebanyak 800 ppm bekerja lebih maksimal dalam menurunkan laju korosi.

SIMPULAN

Ekstrak daun jambu biji menghasilkan yield sebesar 35,99% dengan densitas 0,99 mg/L dan mengandung antioksidan 4,076 ppm. Peningkatan konsentrasi inhibitor dalam medium NaCl 3,56% menyebabkan laju korosi semakin menurun dan efisiensinya meningkat. Laju korosi terendah dicapai pada konsentrasi inhibitor ekstrak 400 ppm sebesar 0,0244 mm/y dan dengan efisiensi inhibisi 53,03%. Pengaruh waktu pengkorosian baja paduan terhadap laju korosi dalam medium larutan NaCl 3,56% pada penambahan konsentrasi inhibitor 400 dan 800 ppm laju terendah dicapai pada waktu 192 jam dengan laju korosi 0,031 mm/y dan efisiensi 58,21% untuk 400 ppm serta laju korosi 0,0282 mm/y dan efisiensi 60,87% untuk 800 ppm.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Suprihatin, *PROFESIONAL: Korosi dan Pengendaliannya*. Malang: PPPPTK Malang, 2016.
- [2] A. Setiawan *et al.*, "Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembakau sebagai Inhibitor Korosi pada Logam Baja Karbon dan Aluminium," *CHEESA*, vol. 1, no. 2, p. 82, 2018, [Online]. Available: <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/cheesa>
- [3] E. J. Sasono, Sulaiman, and Seno, "Analisa Perbandingan Laju Korosi Lambung Kapal dengan Aplikasi Paduan Aluminium," *Jurnal Teknis*, vol. 9, no. 1, 2014.
- [4] K. Hastuti, R. Z. Aldio, and Y. Nugroho, "Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium Guajava) pada Laju Korosi Pipa Galvanis," *Metal Indonesia*, vol. 43, no. 2, 2022, doi: 10.32423/jmi.2021.v43.55-66.
- [5] M. N. Missuari and Y. M. N. Attamimi, "Pemanfaatan Ekstrak Daun Pepaya Sebagai Inhibitor Organik Pada Tube Heat Exchanger Dalam Media Larutan NaCl 3,56%," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2020.
- [6] N. Mulyaningsih, S. Mujiarto, and G. Ubaydillah, "Pengaruh Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Alami Rantai Kapal," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.31002/jom.v3i1.1523.
- [7] F. Fahriani, "Pengaruh Inhibitor Alami Terhadap Laju Korosi Baja paduan Rendah," Universitas Islam Negeri Makassar, 2021.
- [8] R. Tambun, H. P. Limbong, P. Nababan, and N. Sitorus, "Kemampuan Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Besi pada Medium Asam Klorida," *Jurnal Kimia dan Kemasan*, vol. 37, no. 2, 2015, doi: 10.24817/jkk.v37i2.1815.
- [9] A. P. Yanuar, H. Pratikno, and H. S. Titah, "Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18938.
- [10] R. M. Pranata, "Pemanfaatan Daun Gambir (Uncaria Gambir Roxb) sebagai Green Inhibitor Korosi pada Logam Besi dalam Medium NaCl 3%," Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [11] G. Ubaydillah, N. Mulyaningsih, and C. Pramono, "Pengaruh penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap laju korosi pada rantai dapra kapal," *Jurnal Mer-C*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [12] I. F. Yuliarti, "Pengaruh Penambahan Tapioka pada Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L.) terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Api 5l Grade B pada Lingkungan pH 4 dan pH 7," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [13] K. Ngibad and D. Herawati, "Perbandingan Pengukuran Kadar Vitamin C Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis pada Panjang Gelombang UV dan Visible," *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.33084/bjmlt.v1i2.715.

- [14] S. Setiawan and Y. Nasrulloh, "Penggunaan Ekstrak Daun Trembesi (*Samanea Saman* (Jacq.) Merr) Sebagai Inhibitor Organik Untuk Mereduksi Laju Korosi Logam Baja Karbon," *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [15] F. Ali, D. Saputri, and R. F. Nugroho, "Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn) Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja SS 304 Dalam Larutan Garam Dan Asam," *Teknik Kimia*, vol. 20, no. 1, 2014.