

Efektivitas Inhibitor Organik terhadap Laju Korosi pada Plat Baja ST 40

Moch. Thoriqur Rahman Syah¹, Kosjoko², Nely Ana Mufarida^{*3}, Nurhalim⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia
Email: ¹moch.thoriq22@gmail.com, ²kosjoko@unmuhjember.ac.id, ³nelyana@unmuhjember.ac.id,
⁴nurhalim@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Korosi merupakan permasalahan umum yang sering terjadi dalam industri terutama yang menggunakan material logam baja ST 40. Penggunaan inhibitor kimia sintetis yang umum dipakai saat ini dinilai kurang ramah lingkungan karena bersifat toksik, sehingga diperlukan alternatif berbahan dasar alami. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tiga jenis inhibitor organik, yakni ekstrak daun jambu biji, daun pepaya, dan daun belimbing wuluh terhadap laju korosi plat baja ST 40. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, di mana setiap jenis inhibitor organik masing-masing digunakan untuk merendam 4 plat baja dengan durasi yang berbeda (15, 30, 45, dan 60 menit), kemudian direndam dalam air laut selama 20 hari. Laju korosi dihitung dengan metode kehilangan massa (*weight loss*), sedangkan efektivitas inhibitor dianalisis melalui perbandingan dengan sampel tanpa inhibitor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh jenis inhibitor organik mampu menurunkan laju korosi. Ekstrak daun jambu biji memberikan kinerja terbaik dengan rata-rata laju korosi 0,25 mmpy dengan efisiensi tertinggi 71,4%, diikuti daun pepaya dengan rata-rata 0,29 mmpy dengan efisiensi tertinggi 68,3%, serta daun belimbing wuluh sebesar 0,33 mmpy dengan efisiensi tertinggi 58,7%. Data tersebut menegaskan bahwa semakin lama waktu perendaman dalam larutan inhibitor organik, semakin efektif kemampuan inhibitor dalam melindungi logam dari serangan korosi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penggunaan inhibitor organik dapat menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengurangi kerusakan korosi logam dalam industri.

Kata Kunci: *Ekstrak Daun Belimbing Wuluh, Ekstrak Daun Jambu Biji, Ekstrak Daun Pepaya, Inhibitor Organik, Korosi Baja ST 40*

Abstract

Corrosion is a common problem that often occurs in the industry, especially those that use ST 40 steel metal material. The use of synthetic chemical inhibitors that are commonly used today is considered less environmentally friendly because they are toxic, so a natural-based alternative is needed. This study aims to analyze the effect of three types of organic inhibitors, namely guava leaf extract, papaya leaf, and star fruit leaf wuluh on the corrosion rate of ST 40 steel plate. The method used was a laboratory experiment, in which each type of organic inhibitor was used to soak 4 steel plates of different durations (15, 30, 45, and 60 minutes), then immersed in seawater for 20 days. The corrosion rate was calculated by the weight loss method, while the effectiveness of the inhibitor was analyzed by comparison with samples without inhibitors. The results of the study show that all types of organic inhibitors are able to reduce the rate of corrosion. Guava leaf extract provides the best performance with an average corrosion rate of 0.25 mmpy with the highest efficiency of 71.4%, followed by papaya leaves with an average of 0.29 mmpy with the highest efficiency of 68.3%, and star fruit leaves of 0.33 mmpy with the highest efficiency of 58.7%. The data confirm that the longer the immersion time in an organic inhibitor solution, the more effective the inhibitor's ability to protect the metal from corrosion attack. These results also show that the use of organic inhibitors can be an environmentally friendly solution to reduce metal corrosion damage in industry.

Keywords: *Guava Leaf Extract, Organic Inhibitor, Papaya Leaf Extract, Star Leaf Extract, Steel Corrosion ST 40*

1. PENDAHULUAN

Korosi menjadi masalah umum yang sering terjadi di berbagai sektor industri, terutama yang memanfaatkan material logam sebagai bahan utamanya. Korosi merupakan proses reaksi logam dengan lingkungan sekitarnya akibat adanya reaksi kimia yang diakibatkan oleh proses elektrokimia (Pangestu et al., 2024). Salah satu jenis logam yang sangat rentan terhadap korosi yaitu baja ST 40. Baja ST 40

adalah standar yang diakui secara luas baja berkarbon rendah, yang sering digunakan diberbagai bidang industri (Isnanda Nuriskasari et al, 2023). Meskipun baja ST 40 memiliki kualitas mekanis yang cukup baik karena komposisinya. Namun, baja tersebut membutuhkan perlindungan ekstra saat digunakan di lingkungan korosif. Tanpa perlakuan khusus, baja ST 40 akan terkorosi secara signifikan di beberapa lingkungan, seperti lingkungan yang bersifat asam (Pangestu et al, 2024).

Inhibitor korosi menjadi salah metode yang efektif untuk memperlambat korosi pada logam baja. Inhibitor adalah larutan yang ditambah ke dalam lingkungan korosif guna menurunkan laju korosi pada logam tertentu (Hadi et al, 2022). Praktik penggunaan inhibitor, jumlah zat yang dimasukan biasanya sedikit, baik secara berkelanjutan maupun pada interval waktu tertentu (Hermanta dkk, 2021). Namun, menurut (Margrita et al, 2025) inhibitor korosi yang banyak digunakan disektor industri saat ini banyak mengandung zat beracun dan tidak ramah lingkungan dan dibatasi penggunaannya oleh regulasi lingkungan. Sehingga istilah *back to nature* perlu juga diterapkan dalam inhibitor korosi, yaitu dengan membuat inhibitor berbahan dasar organik.

Beberapa tahun terakhir, penelitian tentang inhibitor korosi organik semakin banyak dilakukan karna dianggap lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis dibanding dengan inhibitor korosi sintetis. Inhibitor organik merupakan salah satu jenis inhibitor non-toksik yang tersedia di alam, mudah diperbarui dan ramah lingkungan (Samosir & Oko, 2023). Sumber potensial untuk dijadikan inhibitor organik yaitu ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava*), daun pepaya (*Carica Papaya*) dan daun belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi*). Kandungan zat tanin yang terkandung dalam daun jambu biji cukup tinggi yang dapat digunakan untuk inhibitor guna mengurangi korosi pada sebuah logam (Margrita et al, 2025). Penelitian yang dilakukan (Niken et al, 2022) menunjukan hasil positif bahwa daun jambu biji mengandung zat tanin. Daun pepaya dikenal mengandung flavonoid yang berperan dalam mencegah korosi dengan cara menempel pada permukaan logam dan menghalangi interaksi dengan lingkungan yang bersifat korosif (Muhammad Libasut et al, 2021). Studi yang dilakukan (Werdiningsih & Legowo, 2023) menunjukan adanya senyawa flavonoid yang terdapat pada daun pepaya. Daun belimbing wuluh terdapat kandungan senyawa bioaktif anti korosi yaitu alkaloid (Luvia et al, 2024) Penelitian yang dilakukan (Nuraskin et al., 2022) menunjukan bahwa daun belimbing wuluh positif mengandung senyawa alkaloid. Sifatnya yang dapat terurai secara alami dan tidak berbahaya, ketiga daun tersebut bisa digunakan untuk bahan dasar pembuatan inhibitor organik yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penghalang berbahan kimia sintetis.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukan bahwa penggunaan inhibitor organik dapat menurunkan laju korosi pada suatu logam. Studi yang dilakukan oleh Zulkifli et al, (2024) menemukan bahwa efisiensi inhibitor korosi ekstrak daun jambu biji dapat menurunkan laju korosi pada media korosi NaCl 4% dan efisiensi inhibitor sebesar 3,102%. Ngatin et al, (2022) menemukan bahwa inhibitor ekstrak daun jambu biji efektif dalam medium NaCl 3,56%. Dengan efisiensi inhibitor tertinggi mencapai 60,87%. Studi yang dilakukan Putri & Akbar, (2021) menemukan bahwa efisiensi tertinggi dari penghambat yang berasal dari ekstrak daun pepaya menunjukan efisiensi penghambatan tertinggi 87,8% pada media korosi larutan HCl 0.2 M dengan konsentrasi 2%. Selanjutnya Hadi et al, (2022) menemukan bahwa ekstrak dari daun belimbing wuluh telah teruji memiliki dampak atau kemampuan untuk menghambat korosi pada kawat ortodonti. Tingkat efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh dalam menghambat korosi mencapai angka tertinggi, yaitu 12,783%, yang diperoleh pada konsentrasi inhibitor sebesar 1000 ppm. Pada penelitian terdahulu telah menunjukan bahwa ekstrak daun jambu biji, daun pepaya, dan daun belimbing wuluh dapat mengurangi laju korosi pada suatu logam. Namun, sebagian penelitian tersebut masih dilakukan pada media korosif buatan atau larutan kimia tertentu. Sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memperoleh data ilmiah yang relevan dengan kondisi lingkungan korosif alami.

Berdasarkan latar belakang tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas inhibitor organik ekstrak daun jambu biji, daun pepaya, dan daun belimbing wuluh terhadap laju korosi pada plat baja ST 40 dengan media korosif air laut yang berasal dari pesisir pantai Banyuwangi. Serta menganalisis variasi waktu perendaman dalam pengaplikasian inhibitor organik

2. METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk mengetahui bagaimana inhibitor korosi organik mempengaruhi laju korosi plat baja ST 40 dengan air laut sebagai media korosif. Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui seberapa efektif inhibitor ekstrak daun jambu biji, pepaya, dan belimbing wuluh dalam mengurangi tingkat korosi di lingkungan air laut.

2.1. Variabel Penelitian

- a. Variabel Bebas
Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu jenis dan variasi waktu perendaman dalam pengaplikasian inhibitor. Jenis inhibitor organik yang digunakan yaitu ekstrak daun jambu biji, pepaya dan belimbing wuluh. Variasi waktu perendaman dalam pengaplikasian inhibitor organik yaitu selama 15, 30, 45, 60 menit.
- b. Variabel Terikat
Variabel terikat yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah laju korosi pada plat baja ST 40, yaitu variabel yang dipengaruhi jenis dan durasi perendaman dalam larutan inhibitor organik.
- c. Variabel kontrol
Variabel kontrol ditetapkan dalam penelitian ini untuk memastikan hasil pengukuran laju korosi akurat. variabel tersebut meliputi jenis material, media korosif air laut, lama perendaman, dan metode pengukuran laju korosi.

2.2. Bahan Dan Alat Penelitian

2.2.1. Bahan-Bahan Penelitian

- a. Bahan spesimen uji, berupa:
 - Plat baja ST 40 1 x 50 x 25 mm sebanyak 13 plat
- b. Bahan pembuatan inhibitor dan media korosi, berupa:
 - Daun jambu biji
 - Daun pepaya
 - Daun belimbing wuluh
 - Etanol 70%
 - Air laut

2.2.2. Alat-Alat Penelitian

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| a. Mikroskop digital | 9. Wadah tertutup |
| b. Mesin Gerinda | 10. Sendok |
| c. Mesin bor | 11. Kertas saring |
| d. Timbangan digital | 12. Kertas amplas |
| e. Blender | 13. Gelas cup sebanyak 13 gelas |
| f. Benang | 14. Gelas ukur |
| g. Botol air | 15. Stik |
| h. Saringan 40 mesh | |

2.2.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian disusun secara sistematis guna menjawab rumusan serta mencapai tujuan penelitian. Secara ringkas, alur dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Langkah awal preparasi spesimen uji yaitu baja ST 40 dengan ukuran 1 x 50 x 25 mm, sebanyak 13 biji dengan berat awal 11 gram. Preparasi media korosi air laut, yang di ambil langsung dari pesisir pantai Banyuwangi. Selanjutnya Preparasi inhibitor organik, daun jambu biji, pepaya, dan belimbing wuluh segar (1 kg)

dicuci bersih, dikeringkan, diblender menjadi serbuk halus, lalu diekstraksi dengan etanol 70% (40 g serbuk : 200 ml) selama 24 jam pada suhu ruang dalam wadah tertutup.

Proses uji korosi dilakukan dengan merendam plat baja ST 40 dalam media korosi selama 20 hari pada kondisi suhu ruang. Sebelum pengujian, larutan inhibitor akan diaplikasikan pada plat baja dengan cara direndam. Setiap jenis inhibitor masing-masing digunakan untuk merendam 4 plat baja dengan variasi waktu yang telah ditentukan dengan 1 plat baja tanpa inhibitor. Setelah melakukan uji korosi plat baja diangkat, dikeringkan, dan ditimbang untuk menghitung laju korosi dengan metode penurunan berat (*weight loss*) dan dilanjutkan dengan menghitung efisiensi inhibitor.

Perhitungan laju korosi menggunakan persamaan berikut:

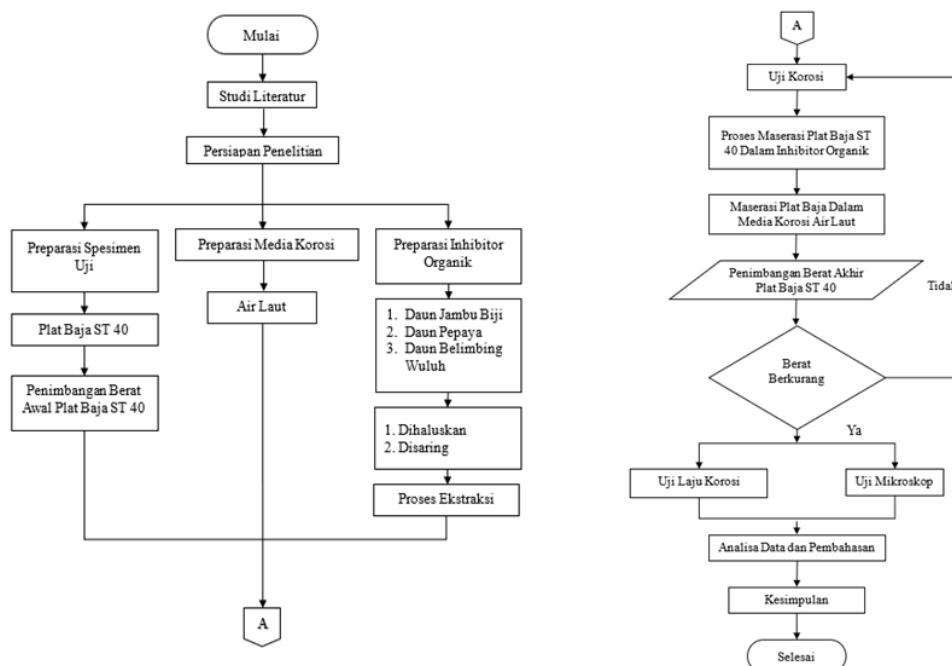
$$CR = \frac{K.W}{A.t.\rho} \quad (1)$$

Pada Persamaan (1) (CR) merupakan Laju korosi (mmpy). (K) adalah konstanta laju korosi = $8,76 \times 10^4$ (mmpy). (W) adalah massa yang hilang (g). (A) adalah luas penampang spesimen (cm^2). (t) adalah waktu perendaman (jam). dan (ρ) adalah densitas spesimen (g/cm^3)

Perhitungan efisiensi inhibitor menggunakan persamaan berikut:

$$\eta(\%) = \frac{CR_0 - CR_i}{CR_0} \times 100\% \quad (2)$$

Persamaan (2) η merupakan efisiensi inhibitor (%). CR_0 adalah laju korosi tanpa inhibitor. CR_i adalah laju korosi dengan inhibitor.

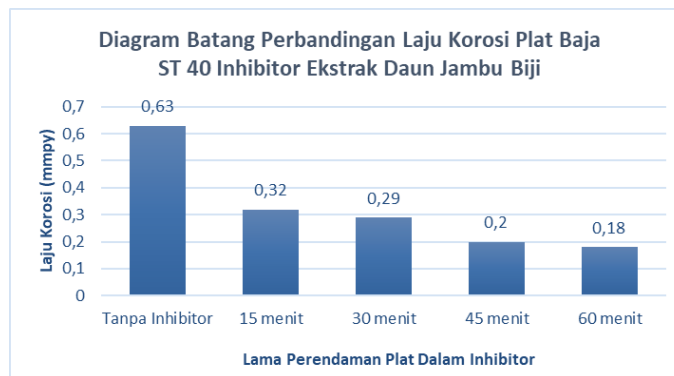


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Uji Inhibitor Organik

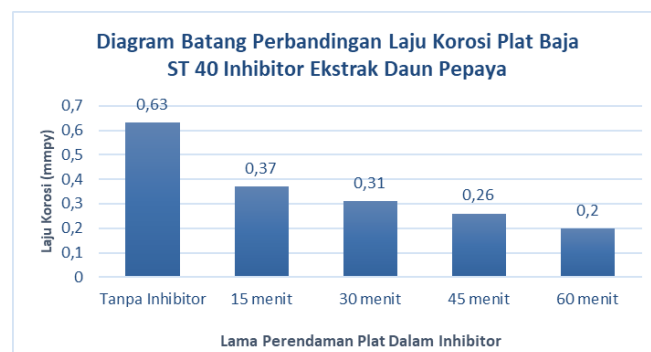
Hasil pengujian ini memuat data yang diperoleh dari serangkaian eksperimen terhadap plat baja ST 40 yang direndam dalam larutan air laut dengan perlakuan tiga jenis inhibitor organik, yakni ekstrak daun jambu biji, daun pepaya, dan daun belimbing wuluh. Laju korosi plat baja ST 40 dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Batang Laju Korosi Plat Baja ST 40 Dengan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji

Pada gambar 2 dapat dilihat laju korosi tanpa inhibitor tercatat sebesar 0,63 mm/pt. Setelah perlakuan dengan ekstrak daun jambu biji, nilai menurun secara bertahap sesuai dengan durasi perendaman. plat 1 (15 menit), tingkat korosi tercatat sebesar 0,32 mm/pt. Nilai ini kemudian menunjukkan penurunan pada plat 2 (30 menit), menjadi 0,29 mm/pt. Penurunan laju korosi masih berlanjut pada plat 3 (45 menit), di mana nilainya tercatat 0,20 mm/pt. Capaian terendah tercatat pada plat 4 (60 menit), yaitu 0,18 mm/pt.

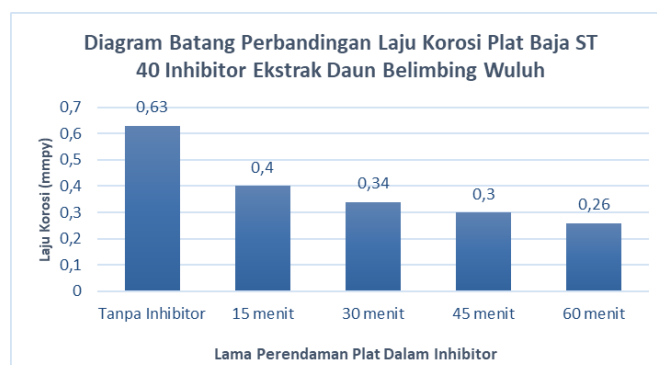
Laju korosi plat ST 40 dengan inhibitor ekstrak daun pepaya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Batang Laju Korosi Plat Baja St 40 Dengan Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya

Pada gambar 3 dapat dilihat pada plat 1 (15 menit), tingkat korosi tercatat sebesar 0,37 mm/pt. Nilai ini kemudian menurun pada plat 2 (30 menit), menjadi 0,31 mm/pt. Penurunan laju korosi terus berlangsung pada plat 3 (45 menit), di mana nilainya tercatat mencapai 0,26 mm/pt. Pencapaian paling rendah terjadi di plat 4 (60 menit) yang hanya menunjukkan tingkat korosi sebesar 0,20 mm/pt.

Laju korosi plat baja ST 40 dengan inhibitor ekstrak daun belimbing wuluh dapat dilihat pada gambar 4.

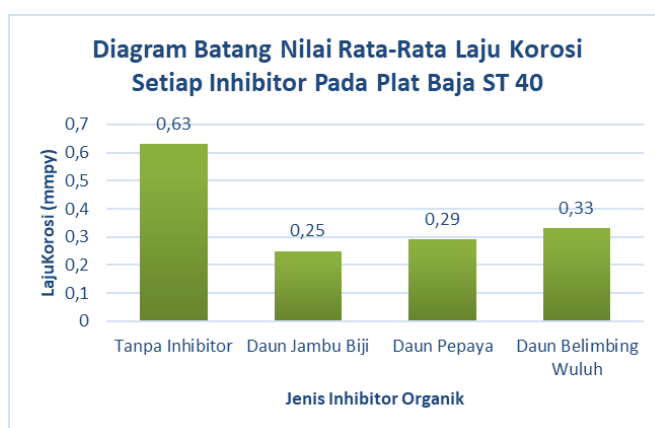


Gambar 4. Diagram Batang Laju Korosi Plat Baja ST 40 Dengan Inhibitor Ekstrak Belimbing Wuluh

Pada Gambar 4 dapat dilihat, plat 1 (15 menit), laju korosi tercatat 0,40 mmpy, kemudian turun menjadi 0,34 mmpy pada plat 2 (30 menit). Selanjutnya, plat 3 (45 menit) menunjukkan tingkat korosi sebesar 0,30 mmpy, sedangkan penurunan paling rendah terjadi pada plat 4 (60 menit), yaitu sebesar 0,26 mmpy.

3.2. Analisis Efektivitas Inhibitor Organik

Dari hasil pengujian semakin lama waktu perendaman plat dalam larutan inhibitor organik, semakin tinggi efektivitas penghambatan korosi. Perbandingan efektivitas setiap inhbitor dapat dilihat pada gambar 5.



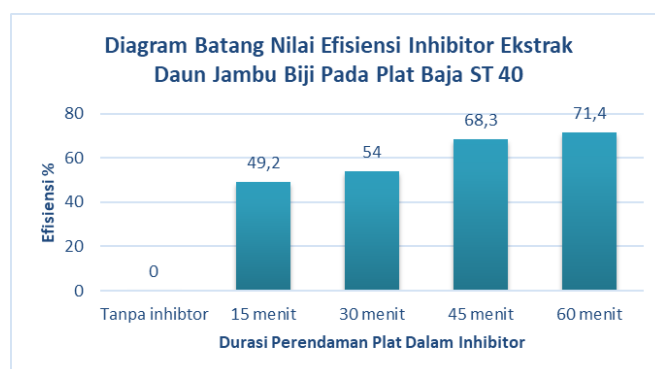
Gambar 5. Diagram Perbandingan Efektifitas Ketiga Jenis Inhibitor

Pada gambar 4, dapat dilihat ekstrak daun jambu biji menghasilkan nilai rata-rata laju korosi terendah sebesar 0,25 mmpy, diikuti dengan daun pepaya yang mencapai 0,29 mmpy, sementara laju korosi tertinggi ada pada daun belimbing wuluh dengan nilai 0,33 mmpy.

Penelitian yang dilakukan oleh Fahdillah et al., (2024) juga menunjukkan bahwa daun jambu biji, pepaya, dan belimbing wuluh memiliki kemampuan untuk menghentikan korosi pipa tembaga dalam medium HCl 0,1 N. Menariknya, pada penelitian tersebut daun belimbing wuluh memberikan efektivitas paling tinggi sebagai inhibitor. Perbedaan temuan ini dengan penelitian yang sedang dibahas kemungkinan besar dipengaruhi oleh perbedaan metode pembuatan inhibitor, khususnya pada teknik ekstraksi yang digunakan, sehingga menghasilkan karakteristik ekstrak yang tidak sama.

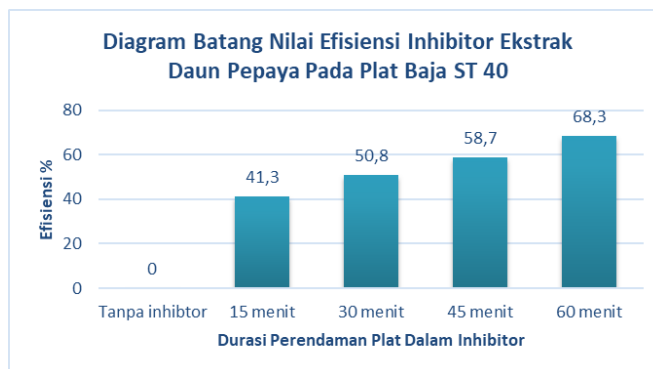
3.3. Efisiensi Inhibitor Organik

Perhitungan efisiensi inhibitor organik mengevaluasi kemampuannya dalam menghambat korosi dengan membandingkan laju korosi logam yang menggunakan dan tidak menggunakan inhibitor. Efisiensi inhbitor daun jambu biji dapat dilihat pada gambar 6.



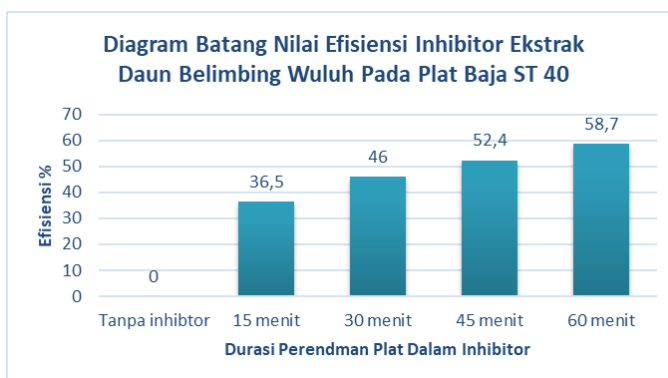
Gambar 6. Diagram Batang Nilai Efisiensi Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Pada Plat Baja ST 40

Gambar 6 memperlihatkan bahwa ekstrak daun jambu biji efektif dalam mengurangi laju korosi pada plat baja, dengan efisiensi 49,2% pada Plat 1 (15 menit), 54,0% pada Plat 2 (30 menit), 68,3% pada Plat 3 (45 menit), dan yang tertinggi 71,4% pada Plat 4 (60 menit). Peningkatan efisiensi ini menunjukkan bahwa semakin lama proses perendaman, semakin terbentuk lapisan pelindung yang stabil di permukaan baja, sehingga mengurangi laju korosi secara signifikan.



Gambar 7. Diagram Batang Nilai Efisiensi Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya Pada Plat Baja ST 40

Gambar 7 memperlihatkan bahwa efisiensi ekstrak daun pepaya meningkat secara bertahap seiring waktu perendaman, dengan nilai 41,3% pada Plat 1 (15 menit), 50,8% pada Plat 2 (30 menit), 58,7% pada Plat 3 (45 menit), dan mencapai puncak 68,3% pada Plat 4 (60 menit).

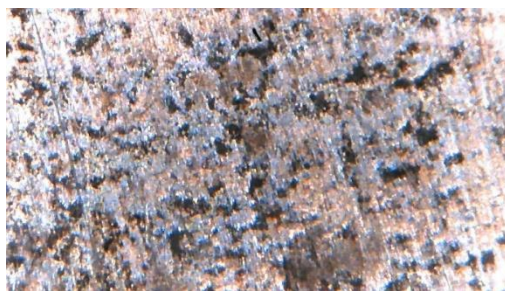


Gambar 8. Diagram Batang Nilai Efisiensi Inhibitor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Pada Plat Baja ST 40

Gambar 8 memperlihatkan bahwa efisiensi inhibitor bertambah dari 36,5% pada Plat 1 (15 menit), 46,0% pada Plat 2 (30 menit), 52,4% pada Plat 3 (45 menit), hingga mencapai puncaknya 58,7% pada Plat 4 (60 menit). Peningkatan ini menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing dapat membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam yang mampu mengurangi proses korosi, meski tingkat perlindungannya masih di bawah ekstrak daun jambu biji dan daun pepaya.

3.4. Uji Mikroskopik

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan jenis korosi yang terjadi pada permukaan plat baja ST 40 akibat kondisi lingkungan korosif. Pengamatan menunjukkan terdapat dua jenis korosi yang teridentifikasi disetiap spesimen uji yaitu korosi sumur (*pitting corrosion*) dan korosi seragam (*uniform attack*).



Gambar 6. Korosi Sumur Pada Plat Baja ST 40

Pada gambar 6. korosi sumur tampak jelas di permukaan spesimen uji sebagai lubang-lubang kecil yang tidak rata. Lubang ini muncul akibat kerusakan lokal yang disebabkan oleh ion agresif dalam air laut, seperti klorida, yang menggerogoti bagian tertentu dari logam. Jenis korosi ini berisiko tinggi karena dapat mengakibatkan kerusakan struktural dalam waktu singkat. Beberapa spesimen, lubang-lubang terlihat terfokus di area tertentu, menunjukkan adanya serangan korosi yang kuat pada titik-titik rentan permukaan baja.



Gambar 7. Korosi Seragam Pada Plat Baja ST 40

Sementara itu pada gambar 7, korosi seragam tampak sebagai pengikisan permukaan baja dengan cara yang merata. Permukaan menjadi tampak tidak halus akibat lapisan logam yang terhapus sepenuhnya. Walaupun tidak seefisien korosi sumur dalam merusak logam, korosi seragam masih mengakibatkan pengurangan ketebalan material secara perlahan.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan inhibitor organik dari ekstrak daun jambu biji, pepaya, dan belimbing wuluh dapat mengurangi tingkat korosi pada baja ST 40. Dari ketiga jenis ekstrak tersebut, daun jambu biji menunjukkan daya hambat korosi paling tinggi, diikuti oleh daun pepaya, sedangkan daun belimbing wuluh memiliki daya hambat terendah. Temuan ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang terdapat dalam daun berkontribusi signifikan dalam menciptakan lapisan pelindung pada permukaan baja sehingga memperlambat proses korosi. Selain itu, studi ini juga menegaskan bahwa semakin lama waktu perendaman dalam larutan inhibitor organik, semakin efektif kemampuan inhibitor dalam melindungi logam dari serangan korosi.

Hasil uji mikroskopik menunjukkan dua jenis korosi, yaitu korosi sumur (*pitting*) yang muncul lebih awal berupa lubang-lubang kecil akibat serangan lokal, dan korosi seragam (*uniform attack*) yang kemudian berkembang menjadi pengikisan merata di seluruh permukaan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa korosi pada baja terjadi secara bertahap, sehingga penerapan inhibitor organik sangat penting untuk memperlambat kecepatan serta perkembangan kerusakan itu. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menguji variasi konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman yang berbeda agar dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas setiap inhibitor.

DAFTAR PUSTAKA

Fahdillah, N., Adhani, L., & Nuraliyah, A. (2024). *Pengaruh suhu , waktu perendaman , dan inhibitor*

- alami terhadap laju korosi pada pipa tembaga di lingkungan asam HCL 0 , 1 N. 1(1), 1–14.
- Hadi, L., Muttaqin, Z., Alfida, S., & Pasaribu, E. S. (2022). Efektifitas ekstrak daun belimbing wuluh sebagai inhibitor laju korosi pada kawat ortodonti stainless steel di Jl . Bioteknologi No 1 Kampus USU , Medan dan Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian. 5(1), 11–16. <https://doi.org/10.34012/primajods.v5i1.2534>
- Hermanta, H. V., Karomah, D. R., & Triana, N. W. (2021). Pemanfaatan Tanin Kulit Kayu Mahoni Sebagai Inhibitor Korosi Pada Besi dalam Larutan NaCl 3 , 5 %. 2(2), 12–17.
- Isnanda Nuriskasari, Devi Handaya, Adila Syifa Prayogi, I. I. M., & Tania. (2023). THE EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF ELECTROLYTES AND CONCENTRATION ON ELECTROCHEMICAL GRAPHENE SYNTHESIS. 15(1), 63–68.
- Luvia, I., Ibrahim, I., Jalaluddin, Kurniawan, E., & Faisal. (2024). PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (AVERRHOA BILIMBI L.) PLAT BAJA ST 41 SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA MEDIA AIR LAUT Indal Luvia, Ishak Ibrahim*, Jalaluddin, Eddy Kurniawan, Faisal. 5(Oktober), 654–670.
- Margrita, L., Oktaviananda, C., & Rahayu, L. H. (2025). EKSTRAK BIJI PEPAYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA KARBON DALAM MEDIA NaCl DAN ANALISIS MODEL MENGGUNAKAN DESAIN EXPERT 11. 6, 28–38.
- Muhammad Libasut, T., Irwan, & Pardi. (2021). PENGGUNAAN EKSTRAK DAUN PEPAYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA KARBON DALAM LINGKUNGAN CRUDE OIL. 21(1), 6–11.
- Ngatin, A., Wulandari, A. F., Saffanah, A. D., & Suminar, D. R. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Baja Paduan dalam Medium Larutan NaCl 3 , 56 % (b / v). 15(2).
- Niken, Yusuf, R. N., & Annita. (2022). Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi Uji AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (Psidium guajava L.) TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI Escherichia coli Program Studi Teknologi Laboratorium Medik , STIKes Syedza Saintika , Indonesia Bioscientist : Journ. 10(2), 726–735.
- Nuraskin, C. A., Reca, & Mardelita, S. (2022). IDENTIFIKASI METABOLIT SEKUNDER EKSTRAK BUAH BELIMBING. 5(2).
- Pangestu, Hastuti, S., Pramono, C., & Nurdin, A. (2024). PENGARUH WAKTU PROSES THERMAL SPRAY ALUMINIUM TERHADAP LAJU KOROSI DAN STRUKTUR MORFOLOGI BAJA AISI. 5(3).
- Putri, D. K., & Akbar, A. (2021). Potensi Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi dalam Media Asam Klorida pada Baja ST37. 2(2), 48–53.
- Samosir, D., & Oko, S. (2023). PROTEKSI KOROSI PADA BAJA API 5L DENGAN INHIBITOR ORGANIK EKSTRAK DAUN BAWANG DAYAK (Eleutheria Americana Merr) DALAM LINGKUNGAN HCL 0 , 5 M. 3(1), 1–7. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i1.362>
- Werdiningsih, W., & Legowo, A. W. (2023). Identifikasi Senyawa Flavonoid Terhadap Rendemen Ekstrak Daun Pepaya Jepang (Cnidioscolus aconitifolius Mill .) Dengan Metode Ekstraksi Sokhletasi Identification of Flavonoid Compounds in the Yield of Japanese Papaya (Cnidioscolus aconitifolius Mill .). 57–65.
- Zulkifli, E., Kurniawan, I., & Jalaluddin, M. (2024). PENGARUH WAKTU PERENDAMAN DAN MASSA INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI TERHADAP LAJU KOROSI BAJA LEMAH DALAM LARUTAN NaCl 4% Zulkifli, Eddy Kurniawan, Ishak, Jalaluddin, Meriatna. 5(Oktober), 633–641.

Halaman Ini Dikosongkan