

EFEKVITAS EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI DAN CHITOSAN SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA DALAM LINGKUNGAN ASAM

Gineung Pratidina : Hamid Abdillah

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Abstrak

Korosi pada baja dalam lingkungan asam menyebabkan kerugian ekonomi dan teknis yang signifikan, sehingga diperlukan inhibitor korosi yang efektif dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) dan chitosan sebagai inhibitor korosi pada baja karbon rendah dalam larutan HCl 1 M selama 14 hari. Penelitian menggunakan 4 sampel yaitu S1 (kontrol/HCl 1 M tanpa inhibitor), S2 (HCl 1 M + ekstrak daun jambu biji 400 ppm), S3 (HCl 1 M + chitosan 200 ppm), dan S4 (HCl 1 M + kombinasi ekstrak 400 ppm dan chitosan 200 ppm). Seluruh larutan uji ditambahkan sodium benzoat 0,1% dan kalium sorbat 0,1% sebagai pengawet serta diatur pH 5,5, kemudian dilakukan perendaman selama 336 jam pada suhu $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji (S2) memberikan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 57,14% dengan laju korosi terendah 0,0997 mm/tahun, diikuti chitosan (S3) sebesar 46,43% dengan laju korosi 0,124 mm/tahun, sedangkan kombinasi keduanya (S4) hanya mencapai 39,29% dengan laju korosi 0,141 mm/tahun yang mengindikasikan efek antagonis. Dengan demikian, ekstrak daun jambu biji direkomendasikan sebagai inhibitor korosi alami yang efektif untuk baja dalam lingkungan asam, sedangkan kombinasi ekstrak dan chitosan dengan rasio 2:1 tidak disarankan karena menurunkan efektivitas inhibisi.

Kata kunci: inhibitor korosi, ekstrak daun jambu biji, chitosan, baja, laju korosi, efisiensi inhibisi

Abstract

Corrosion of steel in acidic environments causes significant economic and technical losses, requiring effective and environmentally friendly corrosion inhibitors. This study aimed to test the effectiveness of guava leaf extract (*Psidium guajava*) and chitosan as corrosion inhibitors on low-carbon steel in 1 M HCl solution for 14 days. The study used four samples: S1 (control/1 M HCl without inhibitor), S2 (1 M HCl + 400 ppm guava leaf extract), S3 (1 M HCl + 200 ppm chitosan), and S4 (1 M HCl + a combination of 400 ppm extract and 200 ppm chitosan). All test solutions were added with 0.1% sodium benzoate and 0.1% potassium sorbate as preservatives and adjusted to pH 5.5. Then, they were soaked for 336 hours at $30 \pm 2^\circ\text{C}$. The results

showed that guava leaf extract (S2) provided the highest inhibition efficiency of 57.14% with the lowest corrosion rate of 0.0997 mm/year, followed by chitosan (S3) at 46.43% with a corrosion rate of 0.124 mm/year, while the combination of both (S4) only achieved 39.29% with a corrosion rate of 0.141 mm/year indicating an antagonistic effect. Thus, guava leaf extract is recommended as an effective natural corrosion inhibitor for steel in acidic environments, while the combination of extract and chitosan with a 2:1 ratio is not recommended because it reduces the inhibition effectiveness.

Keywords: corrosion inhibitor, guava leaf extract, chitosan, steel, corrosion rate, inhibition efficiency.

1. PENDAHULUAN

Korosi pada logam khususnya baja merupakan masalah yang signifikan dalam berbagai sektor industri, seperti konstruksi dan manufaktur. Korosi tidak hanya mengurangi daya tahan dan kekuatan material, tetapi juga meningkatkan biaya pemeliharaan serta mengganti komponen yang rusak. Oleh karena itu, pengembangan teknologi untuk mencegah korosi sangat penting, salah satunya dengan menggunakan inhibitor korosi yang efektif dan ramah lingkungan. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan inhibitor dapat mengurangi tingkat kerusakan akibat korosi pada logam (Dr. Kartono, 2019).

Inhibitor korosi bekerja dengan membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam, yang mencegah interaksi langsung antara logam dan lingkungan yang bersifat korosif. Salah satu solusi yang kini mendapatkan perhatian adalah penggunaan inhibitor berbasis alami. Ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava*) mengandung senyawa aktif seperti tanin, *flavonoid*, dan alkaloid yang dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji memiliki kemampuan untuk mengurangi korosi pada baja karbon dalam larutan asam, dengan efektivitas yang meningkat seiring dengan konsentrasi ekstrak yang digunakan (Miftahul Husnah, 2023).

Penelitian tentang ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor korosi pada logam umumnya difokuskan pada baja, sementara penelitian mengenai baja dalam kondisi lingkungan, seperti larutan asam dengan pH rendah, masih terbatas. Kesenjangan ini

menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi efektivitas ekstrak daun jambu biji dalam mengatasi korosi pada baja, yang banyak digunakan dalam aplikasi industri (Hastuti, Zulrian, & Yuda, 2021).

Selain itu, meskipun inhibitor sintetik telah banyak digunakan, penggunaannya menimbulkan masalah lingkungan, seperti akumulasi bahan kimia berbahaya di lingkungan dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, penggunaan bahan alami sebagai inhibitor korosi tidak hanya menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga lebih terjangkau dan berkelanjutan dalam jangka panjang (Miftahul, Masthura, & Niswatun, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menguji efektivitas ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor korosi pada baja dalam lingkungan asam. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan inhibitor korosi yang ramah lingkungan dan efisien untuk aplikasi industri (Hastuti, Zulrian, & Yuda, 2021).

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan yaitu eksperimental kuantitatif yang menggunakan beberapa variabel berikut :

Variabel Bebas : : Konsentrasi ekstrak daun jambu biji yang digunakan dalam larutan asam (400 ppm) dan konsentrasi chitosan (200 ppm).

Variabel Terikat : : Tingkat korosi pada baja, yang diukur berdasarkan pengurangan korosi (%).

Variabel Kontrol : : Jenis larutan asam (larutan HCl), suhu lingkungan, waktu perendaman baja dalam larutan, volume larutan asam.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah corong gelas, gelas beker, *hot plate*, labu alas bulat, *magnetic stirrer*, pipet ukur, pH meter, timbangan analitik. Adapun bahan-bahan yang akan digunakan adalah aquades, asam asetat, baja sampel, chitosan, ekstrak daun jambu biji, kalium sorbat, larutan HCl, sodium benzoate.

2.3 Tahapan Penelitian dan Indikator Capaian

Tahapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan yang ditandai dengan tersedianya bahan ekstrak daun jambu biji, baja, larutan HCl serta seluruh alat penelitian secara lengkap, dilanjutkan dengan pembuatan ekstrak daun jambu biji hingga berhasil mencapai konsentrasi yang sesuai, persiapan larutan chitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 1% serta pembuatan variasi formulasi kombinasi ekstrak daun jambu biji dan chitosan dengan rasio berbeda, kemudian persiapan sampel baja yang permukaannya telah dibersihkan dan disiapkan sesuai standar, dan terakhir pengujian korosi yang berjalan lancar sesuai prosedur yang direncanakan sebagai indikator capaian dari masing-masing tahapan tersebut.

2.4 Cara Kerja Penelitian

2.4.1 Persiapan Bahan dan Alat

Penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan dan alat. Alat yang digunakan meliputi gelas beaker, timbangan analitik, pH meter, corong gelas, labu alas bulat, pipet ukur dan *hot plate* dengan *magnetic stirrer*. Bahan utama yang digunakan adalah ekstrak daun jambu biji, baja, larutan HCl, dan aquades. Semua alat dan bahan diperiksa untuk memastikan ketersediaannya serta relevansinya dengan penelitian.

2.4.2 Pembuatan Ekstrak Daun Jambu Biji dan Larutan Chitosan

Pada tahap ini, daun jambu biji yang telah dibersihkan dikeringkan dan dihaluskan menjadi serbuk. Serbuk ini kemudian diekstraksi menggunakan pelarut etanol melalui metode maserasi.

Setelah proses ekstraksi selesai, pelarut diuapkan menggunakan alat evaporator untuk mendapatkan ekstrak kental dengan konsentrasi tertentu. Persiapan larutan chitosan, dilarutkan dalam asam asetat 1% dengan pengadukan homogen.

2.4.3 Persiapan Sampel Baja

Sampel baja dipotong menjadi ukuran dengan dimensi seragam, kemudian permukaannya dibersihkan menggunakan amplas halus untuk menghilangkan kotoran dan karat. Setelah itu, sampel dicuci dengan aquades untuk memastikan kebersihannya dan ditimbang untuk mencatat berat awal sebagai acuan dalam pengukuran korosi.

2.4.4 Pengujian Korosi

Larutan uji korosi disiapkan dalam empat gelas beaker 250 mL. Empat sampel baja (S1, S2, S3, dan S4). Beaker pertama (S1) berisi 200 mL HCl 1 M tanpa inhibitor sebagai kontrol. Beaker kedua (S2) berisi 180 mL HCl 1 M yang telah ditambahkan 20 mL larutan stok ekstrak daun jambu biji 5000 ppm sehingga diperoleh konsentrasi akhir ekstrak sebesar 400 ppm. Beaker ketiga (S3) berisi 195 mL HCl 1 M yang telah ditambahkan 5 mL larutan stok chitosan 10.000 ppm sehingga diperoleh konsentrasi akhir chitosan sebesar 200 ppm. Beaker keempat (S4) berisi 175 mL HCl 1 M yang telah ditambahkan 20 mL larutan stok ekstrak 5000 ppm dan 5 mL larutan stok chitosan 10.000 ppm sehingga diperoleh konsentrasi akhir ekstrak 400 ppm dan chitosan 200 ppm. Selanjutnya, ke dalam keempat gelas beaker tersebut masing-masing ditambahkan sodium benzoat 0,25 gram dan kalium sorbat 0,25 gram sebagai pengawet untuk mencegah pertumbuhan mikroba selama perendaman 14 hari, kemudian diaduk hingga larut sempurna. Setelah pengawet larut, pH setiap larutan diatur menjadi 5,5 dengan menambahkan NaOH 0,1 M tetes demi tetes sambil diukur menggunakan pH meter, kemudian ditambahkan

akuades hingga volume akhir masing-masing larutan menjadi 250 mL dan diaduk hingga homogen. Empat sampel baja (S1, S2, S3, dan S4) yang telah ditimbang berat awalnya masing-masing dicelupkan ke dalam gelas beaker yang sesuai menggunakan statif dan klem. Perendaman dilakukan selama 336 jam (14 hari) pada suhu ruang terkontrol ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Setelah periode perendaman, sampel diangkat, dicuci dengan aquades, dikeringkan dalam oven pada 60°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator selama 30 menit, dan ditimbang untuk memperoleh berat akhir. Selisih berat sebelum dan sesudah perendaman digunakan untuk menghitung laju korosi dan persentase efisiensi inhibisi.

2.4.5 Analisis Data dan Cara Penafsiran

Data yang diperoleh dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode statistik, untuk mengidentifikasi hubungan antara konsentrasi ekstrak daun jambu biji dan chitosan efektivitas penghambatan korosi. Tingkat pengurangan korosi dihitung dengan membandingkan berat awal dan akhir sampel baja. Selain itu, hasil pengukuran elektrokimia, seperti densitas arus korosi, digunakan untuk menghitung parameter lain yang relevan dengan tingkat korosi. Proses analisis data akan dibantu oleh software seperti Microsoft Excel, untuk mempermudah pengolahan data, visualisasi grafik, serta perhitungan statistik. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai hubungan antar variabel, sehingga dapat menjawab rumusan masalah dan menguji hipotesis penelitian. Seluruh hasil analisis akan ditafsirkan berdasarkan teori yang telah dijelaskan dalam tinjauan pustaka, sehingga dapat memberikan kesimpulan yang relevan dengan tujuan penelitian

2.4.6 Penyimpulan Hasil Penelitian

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun jambu biji memiliki potensi sebagai inhibitor korosi pada baja dalam larutan asam. Berdasarkan analisis data, peningkatan konsentrasi ekstrak daun jambu biji dan chitosan menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam korosi, yang mengindikasikan efektivitas ekstrak tersebut sebagai penghambat korosi. Hasil analisis regresi linear memperkuat hubungan sebab-akibat antara konsentrasi ekstrak dan pengurangan korosi, yang menunjukkan korelasi positif antara keduanya. Prosedur eksperimen yang telah dilakukan dengan ketat dan pengendalian variabel-variabel yang relevan menjamin validitas hasil penelitian ini. Faktor-faktor kontrol, seperti suhu, waktu perendaman, dan volume larutan, berhasil dipertahankan untuk memastikan hasil yang akurat. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji dapat menjadi alternatif alami untuk mengurangi korosi pada baja, yang berpotensi menggantikan inhibitor berbahan kimia berbahaya dalam aplikasi industri. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan inhibitor korosi berbasis bahan alami yang ramah lingkungan. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengujian ekstrak ini pada berbagai jenis logam dan peningkatan formulasi untuk meningkatkan efektivitasnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil dan temuan yang diperoleh dari penelitian mengenai efektivitas ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) dan chitosan sebagai inhibitor korosi pada baja karbon rendah dalam lingkungan asam (HCl 1 M). Penelitian ini menggunakan 4 sampel dengan variasi perlakuan sebagai berikut S1 (Kontrol) yaitu HCl 1 M tanpa inhibitor, S2 (Ekstrak Tunggal) yaitu HCl 1 M dengan ekstrak daun jambu biji, S3 (Chitosan Tunggal) yaitu HCl 1 M dengan chitosan, dan S4 (Kombinasi) yaitu HCl 1 M dengan ekstrak dan chitosan.

Pembahasan mencakup analisis data pengukuran dimensi dan berat sampel, pengamatan visual selama proses perendaman 336 jam, perhitungan laju korosi (CR), serta efisiensi inhibisi ($\eta\%$) yang dihasilkan. Selain itu, bab ini juga menguraikan mekanisme inhibisi yang terjadi, perbandingan antar variasi inhibitor, serta faktor-faktor yang mempengaruhi hasil penelitian.

3.1 Analisis Data Dimensi dan Berat Awal Sampel

Sebelum dilakukan pengujian korosi, seluruh sampel baja dipersiapkan dengan dimensi yang seragam untuk memastikan validitas perbandingan antar sampel data dimensi dan berat awal keempat sampel disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 1. Data Dimensi dan Berat Awal Sampel.

Parameter	S1 (Kontrol)	S2 (Ekstrak)	S3 (Chitosan)	S4 (Kombinasi)
Panjang (cm)	5	5	5	5
Lebar (cm)	2	2	2	2
Tebal (cm)	0,4	0,4	0,4	0,4
Luas Permukaan (cm ²)	40	40	40	40
Berat Awal (W1) gr	50,24	50,26	50,26	50,28

Berdasarkan Tabel 1. keempat sampel baja memiliki dimensi yang seragam yaitu panjang 5 cm, lebar 2 cm, dan tebal 0,4 cm. Dengan demikian, luas permukaan total setiap sampel adalah sama yaitu 40 cm². Keseragaman dimensi ini sangat penting dalam penelitian korosi karena laju korosi sangat bergantung pada luas permukaan logam yang terpapar lingkungan korosif. Jika luas permukaan berbeda, maka perbandingan laju korosi antar sampel menjadi tidak valid. Dengan luas permukaan yang sama, perbedaan laju korosi yang terjadi dapat dipastikan disebabkan oleh efektivitas inhibitor, bukan oleh perbedaan luas area yang terpapar.

Berat awal keempat sampel juga menunjukkan nilai yang relatif sama, yaitu berkisar antara 50,24 gram hingga 50,28 gram. Perbedaan berat yang sangat kecil (hanya 0,04 gram) menunjukkan bahwa material baja yang digunakan memiliki homogenitas yang baik dan densitas yang konsisten, yaitu sekitar 7,85 gr/cm³ sesuai dengan densitas baja karbon rendah. Hal ini memastikan bahwa setiap sampel memiliki karakteristik awal yang setara sebelum diberikan perlakuan inhibitor yang berbeda.

3.2 Data Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi

Setelah perendaman selama 336 jam (14 hari) dalam larutan HCl 1 M pada pH 5,5 dengan penambahan pengawet sodium benzoat 0,1% dan kalium sorbat 0,1%, seluruh sampel dibersihkan, dikeringkan, dan ditimbang kembali untuk memperoleh berat akhir. Data perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibisi disajikan pada Tabel 2 berikut.

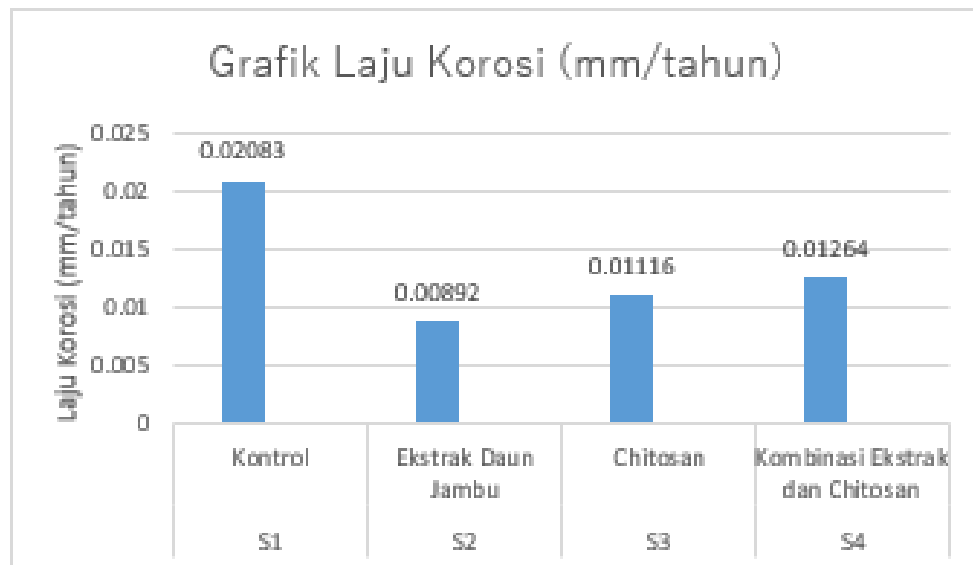
Tabel 2. Data Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi.

Parameter	S1 (Kontrol)	S2 (Ekstrak)	S3 (Chitosan)	S4 (Kombinasi)
Berat Awal (gr)	50,24	50,26	50,26	50,28
Berat Akhir (gr)	49,96	50,14	50,11	50,11
Δ Berat (gr)	0,28	0,12	0,15	0,17
Δ Berat (mg)	280	120	150	170
Luas Permukaan (cm ²)	40	40	40	40
Waktu Perendaman (hours)	336	336	336	336
Densitas Baja (gr/cm ³)	7,85	7,85	7,85	7,85
Laju Korosi (mg/cm ² ·jam)	0,020833333	0,008928571	0,011160714	0,01264881
Efisiensi Inhibisi	0%	57,14%	46,43%	39,29%

Berdasarkan Tabel 2. terlihat bahwa sampel kontrol (S1) mengalami kehilangan massa terbesar yaitu 280 mg akibat tidak adanya inhibitor, yang menyebabkan laju korosi tertinggi sebesar $0,02083 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ atau setara dengan $0,232 \text{ mm/tahun}$ karena permukaan baja langsung terpapar ion H^+ dan Cl^- dari larutan HCl 1 M tanpa perlindungan. Sampel S2 dengan ekstrak daun jambu biji 400 ppm menunjukkan kehilangan massa terkecil yaitu 120 mg dengan laju korosi $0,00893 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ ($0,0997 \text{ mm/tahun}$) dan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 57,14%, yang membuktikan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak seperti tanin, flavonoid, dan alkaloid mampu membentuk lapisan pelindung yang efektif pada permukaan baja melalui mekanisme adsorpsi. Sampel S3 dengan chitosan 200 ppm menunjukkan kehilangan massa 150 mg dengan laju korosi $0,01116 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ ($0,124 \text{ mm/tahun}$) dan efisiensi 46,43%, yang berarti chitosan sebagai biopolimer juga efektif membentuk film pelindung namun dengan kinerja sedikit di bawah ekstrak. Sampel S4 dengan kombinasi ekstrak dan chitosan menunjukkan kehilangan massa 170 mg dengan laju korosi $0,01265 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ ($0,141 \text{ mm/tahun}$) dan efisiensi hanya 39,29%, yang merupakan nilai terendah di antara ketiga inhibitor dan mengindikasikan terjadinya efek antagonis akibat kompetisi antara ekstrak dan chitosan dalam menempati situs aktif pada permukaan logam, sehingga lapisan pelindung yang terbentuk tidak optimal dan gagal menghambat korosi secara efektif.

3.3 Analisis Laju Korosi

Laju korosi merupakan parameter utama untuk menilai efektivitas inhibitor dalam melindungi baja dari serangan korosi. Semakin rendah laju korosi, semakin baik kinerja inhibitor yang digunakan, sebagaimana disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Laju Korosi (mm/tahun) Berbagai Sampel

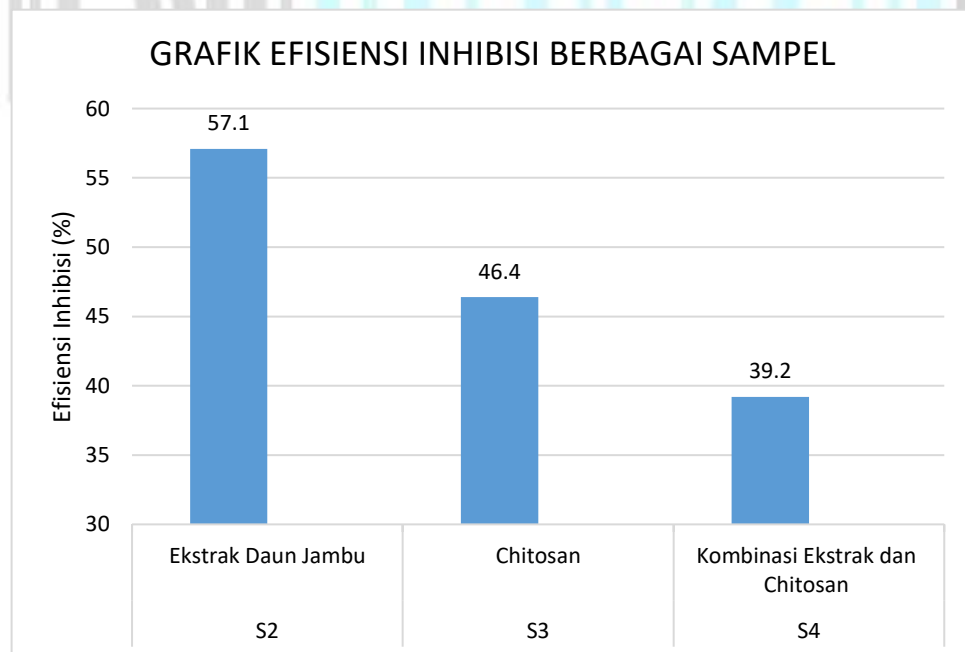
Hasil menunjukkan bahwa laju korosi tertinggi terjadi pada sampel kontrol S1 (0,02083 mm/tahun), sedangkan laju korosi terendah terjadi pada sampel S2 yang diberi ekstrak daun jambu biji 400 ppm (0,0892 mm/tahun). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji efektif sebagai inhibitor korosi alami. Sampel S3 dengan chitosan 200 ppm menunjukkan laju korosi 0,01116 mm/tahun, masih lebih rendah dari kontrol. Sementara itu, sampel S4 dengan kombinasi ekstrak dan chitosan menunjukkan laju korosi 0,01264 mm/tahun, yang hampir menyamai kontrol, mengindikasikan efek antagonis pada kombinasi kedua inhibitor tersebut.

Penurunan laju korosi pada S2 disebabkan oleh adsorpsi senyawa aktif ekstrak daun jambu biji (tanin, *flavonoid*, dan alkaloid) pada permukaan baja yang membentuk lapisan pelindung. Lapisan ini menghalangi kontak antara logam dengan ion H^+ korosif dari larutan HCl, sehingga reaksi oksidasi logam terhambat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Okeniyi et al. (2020) yang melaporkan bahwa ekstrak daun jambu biji efektif menurunkan laju korosi baja karbon dalam lingkungan asam.

Berdasarkan sampel S3 juga menunjukkan penurunan laju korosi karena chitosan sebagai biopolimer memiliki gugus amino ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) yang teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk film polimer pelindung. Namun, efektivitas chitosan (50,0%) lebih rendah dibandingkan ekstrak (57,1%), sehingga laju korosinya sedikit lebih tinggi. Sampel S4 menunjukkan laju korosi yang hampir sama dengan kontrol. Hal ini mengindikasikan terjadinya efek antagonis antara ekstrak dan chitosan, di mana kedua inhibitor saling berkompetisi dalam menempati situs aktif pada permukaan logam. Akibatnya, lapisan pelindung yang terbentuk tidak optimal dan gagal menghambat korosi secara efektif.

3.4 Analisis Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi ($\eta\%$) adalah parameter yang menunjukkan seberapa besar kemampuan suatu inhibitor dalam menurunkan laju korosi dibandingkan dengan kondisi tanpa inhibitor (kontrol). Semakin tinggi nilai efisiensi inhibisi, semakin efektif inhibitor tersebut dalam melindungi logam dari korosi, sebagaimana disajikan pada gambar 4.3.



Gambar 2. Grafik Efisiensi Inhibisi Berbagai Sampel

Hasil menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi tertinggi terdapat pada S2 Ekstrak daun jambu biji (400 ppm) yaitu 57,1% , yang menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji memiliki kemampuan terbaik dalam menghambat korosi. Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa *polifenol* (tanin dan *flavonoid*) dalam ekstrak yang memiliki gugus -OH dan ikatan π , yang dapat berikatan dengan permukaan logam membentuk lapisan pasif yang stabil.

Berdasarkan sampel S3 Chitosan (200 ppm) menunjukkan efisiensi sebesar 46,4% , yang berarti chitosan juga efektif namun dengan kinerja sedikit di bawah ekstrak. Chitosan bekerja melalui pembentukan film polimer yang teradsorpsi secara fisiskimia pada permukaan baja, menciptakan penghalang fisik terhadap ion korosif, sedangkan sampel S4 (Kombinasi) menunjukkan efisiensi hanya 39,2% , yang sangat rendah dan hampir tidak memberikan perlindungan. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi ekstrak dan chitosan justru menimbulkan **efek antagonis** yang kuat, di mana kedua inhibitor saling menghambat proses adsorpsi pada permukaan logam. Kemungkinan penyebabnya adalah perbedaan ukuran molekul (chitosan sebagai polimer besar menghalangi akses molekul ekstrak) dan kompetisi pada situs aktif yang sama.

Berdasarkan seluruh pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun jambu biji (S2) merupakan inhibitor korosi terbaik dibandingkan chitosan tunggal maupun kombinasinya, dengan laju korosi terendah sebesar 0,00892 mm/tahun dan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 57,1% , yang menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak seperti tanin, *flavonoid*, dan alkaloid mampu membentuk lapisan pelindung yang efektif pada permukaan baja melalui mekanisme adsorpsi. Chitosan (S3) juga menunjukkan kinerja yang baik dengan laju korosi 0,01116 mm/tahun dan efisiensi 46,43% , namun masih di bawah ekstrak daun jambu biji. Sementara itu, kombinasi ekstrak dan chitosan (S4) menunjukkan hasil yang sangat buruk dengan laju korosi 0,01264 mm/tahun dan efisiensi hanya 39,29% , yang hampir

menyamai kontrol, sehingga mengindikasikan terjadinya efek antagonis akibat kompetisi antara molekul ekstrak dan chitosan dalam menempati situs aktif pada permukaan logam. Dengan demikian, penggunaan ekstrak daun jambu biji secara tunggal direkomendasikan sebagai inhibitor korosi alami untuk baja dalam lingkungan asam, sedangkan kombinasi ekstrak dengan chitosan tidak disarankan karena justru menurunkan efektivitas inhibisi secara signifikan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Ekstrak daun jambu biji (S2) efektif sebagai inhibitor korosi dengan laju korosi terendah yaitu 0,00892 mm/tahun dan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 57,1% , sehingga merupakan inhibitor terbaik dalam penelitian ini.
- b. Chitosan (S3) juga efektif sebagai inhibitor korosi dengan laju korosi 0,01116 mm/tahun dan efisiensi inhibisi 46,43% , yang menunjukkan kinerja yang baik namun masih di bawah ekstrak daun jambu biji.
- c. Kombinasi ekstrak dan chitosan (S4) menunjukkan laju korosi 0,01264 mm/tahun dan efisiensi inhibisi hanya 39,29% , yang hampir menyamai kontrol. Hal ini mengindikasikan terjadinya efek antagonis akibat kompetisi antara ekstrak dan chitosan dalam menempati situs aktif pada permukaan baja, sehingga lapisan pelindung yang terbentuk tidak sempurna dan gagal menghambat korosi secara efektif.
- d. Penambahan pengawet sodium benzoat 0,1% dan kalium sorbat 0,1% pada pH 5,5 berhasil menjaga stabilitas larutan uji selama 14 hari tanpa kontaminasi mikroba, sehingga memastikan bahwa data laju korosi yang

diperoleh murni dipengaruhi oleh inhibitor, bukan oleh degradasi mikroorganisme.

- e. Urutan efektivitas inhibitor dari yang terbaik hingga terburuk adalah: **Ekstrak daun jambu biji (S2) > Chitosan (S3) > Kombinasi (S4) > Kontrol (S1)** .

4.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan melakukan variasi konsentrasi ekstrak daun jambu biji (100–800 ppm) guna menentukan konsentrasi optimum serta menguji berbagai rasio kombinasi dengan chitosan (1:1, 1:2, 2:1) untuk mengeksplorasi kemungkinan efek sinergis, mengingat pada penelitian ini rasio 2:1 menunjukkan efek antagonis. Penelitian lanjutan juga disarankan melakukan karakterisasi permukaan baja dengan SEM-EDX untuk membuktikan keberadaan lapisan inhibitor, uji elektrokimia (PDP dan EIS) untuk mengetahui mekanisme inhibisi secara mendalam, serta variasi durasi perendaman (7–28 hari) dan jenis logam (aluminium, tembaga, stainless steel) untuk memperluas spektrum aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiola, O. (2021). The role of plant extracts in corrosion protection, *Journal of Green Chemistry*, 1539-1554.
- Dr. Kartono, S. M. (2019). Pengendalian Laju Korosi Baja Karbon Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji dengan Metode Maserasi. *Jurnal Bidang Teknik dan Sains*, 1-5.
- Hastuti, K., Zulrian, R. A., & Y. N. (2021). Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Pada Laju Korosi Pipa Galvanis. *Jurnal Teknik Mesin*, 55-66.
- Kabede, M., & S Ahmed. (2020). The Impact of acidic environment on corrosion of cast iron. *Jurnal material dan sains*, 123-134.
- Kebede, M., & Ahmed S. (202). The Impact of Acidid Environment on Corrosion of cast iron. *Journal of Materials Science and Engineering*, 123-124.

- Miftahul, H., Masthura, & Niswatun, N. L. (2023). Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor dalam Menurunkan Laju Korosi. *Jurnal Fisika dan Fisika Terapan*, 38-43.
- Miftahul Husnah, M. M. (2023). Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor dalam Menurunkan Laju Korosi Pada Logam Besi. *Jurnal Fisika dan Fisika Terapan*, 38-43.
- Okeniyi, A. (2020). Corrosion Inhibition of mild steel in hydrochloric acid by guava leaf extract. *Journal of Applied Chemistry*, 214-228.
- Rahman, M. (2021). Natural corrosion inhibitors from plant extracts for metal protection. *International Journal of Electrochemical Science*, 112-124.
- T. W., & S. A. (2014). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji Terhadap Laju Korosi Besi Dalam Larutan NaCl 3%. *Jurnal Teknik Kimia UMJ*, 3.

