



# Pemanfaatan Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Baja ST-41 dalam Media Asam Klorida (HCl 0,1 N)

Gienasty Aji Sena, Ishak Ibrahim\*, Eddy Kurniawan, Faisal, Raudhatul Ulfa

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
\*e-mail: Ishak@unimal.ac.id

**Abstrak:** Inhibitor korosi merupakan zat yang, saat ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, mampu dalam memperlambat korosi logam dalam lingkungan tersebut. Penelitian ini dilakukan di laboratorium untuk mengkaji penggunaan ekstrak kulit buah kakao sebagai inhibitor korosi pada baja ST-41 dengan metode perendaman. Penelitian sudah pernah dilakukan dengan media air laut dan air hujan yang belum adalah menggunakan media asam klorida (HCl 0,1N). Inhibitor yang digunakan adalah jenis organik yang berasal dari ekstrak kulit buah kakao. Proses perendaman berlangsung selama 4, 8, 12, dan 16 hari dengan variasi konsentrasi inhibitor sebesar 0 ppm, 60 ppm, 120 ppm, dan 180 ppm. Laju korosi diukur dengan menerapkan metode penurunan berat, dan hasilnya menunjukkan bahwa korosi menyebar merata di permukaan logam. Tingkat korosi diungkapkan dengan besarnya penurunan berat spesimen per satuan luas permukaan selama jangka masa perendaman tertentu. Hasil dari penelitian ini memaparkan bahwa ekstrak kulit buah kakao memiliki kemampuan anti korosi yang cukup efektif dalam mengurangi cepatnya laju korosi. Penurunan laju korosi ini disebabkan oleh terbentuknya lapisan pelindung dari ekstrak tanin pada permukaan plat baja, yang melindungi plat baja dari kerusakan akibat korosi. Hasil optimal untuk laju korosi dan efisiensi inhibisi dicapai setelah 16 hari perendaman, dengan laju korosi tertinggi sebesar 28,51 mpy terjadi saat perendaman selama 4 hari, dan laju korosi terendah sebesar 14,60 mpy terjadi saat perendaman selama 16 hari. Perendaman 16 hari dengan konsentrasi 180 ppm memiliki efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 59,32%. Perendaman 4 hari dengan konsentrasi 60 ppm memiliki efisiensi terendah sebesar 6,43%.

**Kata Kunci:** Efisiensi Inhibisi, Inhibitor, Kulit Buah Kakao, Laju Korosi, Tanin.

## 1. Pendahuluan

Korosi atau karat adalah fenomena umum yang sering kita lihat dalam lingkup kehidupan kita sehari-hari, seperti yang terlihat pada rantai besi, tiang listrik, kawat dan pagar rumah yang berkarat. Korosi menyebabkan rusaknya material, terutama logam, akan menjadi suatu senyawa yang tidak berguna. Produk korosi ini biasanya berupa bahan padat yang rapuh, berpori, dan berwarna coklat kemerahan. Jika dibiarkan, logam tersebut akhirnya sepenuhnya akan berubah menjadi karat (Andira, 2021).

Sebagian besar peralatan industri dibuat dari logam, terutama baja. Meskipun ada berbagai faktor yang dapat mengurangi umur pakai logam ini, salah satu yang utama adalah korosi atau pengkaratan. Dampak korosi bisa diminimalisir melalui beberapa cara, seperti memilih material yang lebih tahan karat, pelapisan (*coating*), menggunakan proteksi katodik, dan menambahkan zat penghambat korosi (inhibitor) (Prameswari & Dahlan, 2021).

Menambahkan inhibitor merupakan salah satu cara yang efektif untuk mencegah korosi. Inhibitor adalah senyawa yang dapat memperlambat reaksi korosi antara baja dan lingkungannya, meskipun dalam jumlah kecil. Inhibitor bekerja dengan cara menciptakan lapisan pelindung pada permukaan logam, yang dihasilkan dari reaksi antara larutan dan logam itu sendiri. Secara tradisional, penggunaan inhibitor dianggap sebagai metode efektif untuk menghindari korosi karena

kesederhanaan prosesnya dan biayanya yang terjangkau. Senyawa inhibitor umumnya mengandung oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor, dan ikatan rangkap, yang semuanya berkontribusi pada kemampuannya untuk melindungi logam. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, semakin besar efektivitasnya dalam mengurangi korosi pada logam (Andira, 2021).

**Penelitian sudah pernah dilakukan dengan media air laut dan air hujan yang belum adalah menggunakan media asam klorida (HCl 0,1N).** Tujuan penelitian untuk menganalisa efisiensi konsentrasi kulit dari buah kakao yang digunakan sebagai inhibitor laju korosi pada plat baja ST-41.

## 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian termasuk alat dan bahan serta alur kerjanya disajikan di bawah ini.

### 2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat

Beberapa bahan yang diperlukan yaitu kulit buah kakao, HCl 0,1 N, plat baja ST-41, etanol 96%,  $\text{FeCl}_3$  1%, gelatin, and *aquadest*. Sementara itu, perlengkapan yang diperlukan antara lain *beaker glass*, saringan, *hotplate*, *evaporator* sederhana, kertas amplas *grade* 500 800 dan 100, *aluminium foil*, gelas ukur dan lain sebagainya.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik perendaman sampel dalam larutan korosif yang sudah disiapkan. Setelah luas permukaan plat baja diukur, plat tersebut ditimbang dan dicatat, selanjutnya plat baja direndam dalam larutan inhibitor selama 5 jam, konsentrasi inhibitor dilakukan sesuai dengan variable yang divariasikan. Kemudian plat baja direndam dalam larutan korosif, setelah waktu perendaman selesai, plat baja yang menjadi bahan uji dicuci dengan *aquadest* untuk menghapus sisa-sisa produk korosi yang ada. Plat baja yang sudah dibersihkan kemudian dikeringkan di dalam oven, didinginkan dalam desikator, dan akhirnya ditimbang untuk mencatat perubahan beratnya.

## 3. Hasil Penelitian

Di bawah ini adalah beberapa hasil penelitian.

### 3.1 Uji Fitokimia Tanin



(A)

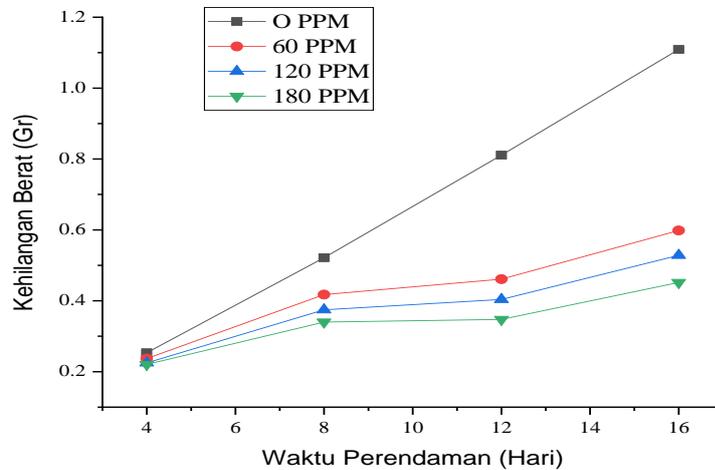
**Gambar 1.** Hasil Uji fitokimia Tanin (B)

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada sampel ekstrak kulit buah kakao yang ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  (A) menunjukkan hasil positif atau mengandung tanin, hal tersebut ditandai dengan adanya mengalami perubahan warna menjadi hijau kehitaman, Hal ini berhubungan dengan studi Robertino yang menunjukkan bahwa perubahan warna disebabkan oleh reaksi antara  $\text{FeCl}_3$  dan tanin, sebuah senyawa polifenol. Dalam reaksi ini, gugus fenol pada tanin bereaksi pada  $\text{FeCl}_3$  untuk membentuk himpunan yang berwarna hijau nyaris kehitaman.

Pada sampel ekstrak kulit buah kakao yang ditambahkan gelatin *test* (B) terbentuk endapan putih kekuningan, endapan ini mengindikasikan bahwa tanin telah bereaksi dengan protein dari gelatin, menyebabkan penggumpalan. Menurut Harborne, tanin memiliki kemampuan untuk bereaksi pada protein dan membentuk penggabungan berbagai molekul yang berbeda sehingga tidak dapat larut dalam air.

### 3.2 Analisis Penurunan Berat

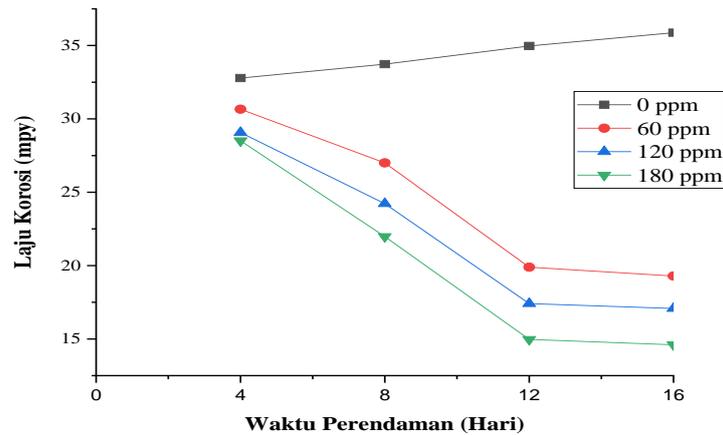
Laju korosi dapat ditentukan dengan kehilangan berat. Dalam menggunakan metode kehilangan berat, penting untuk mempertimbangkan kondisi lingkungan yang mungkin menyebabkan korosi selama penggunaan material tersebut.



**Gambar 2.** Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Kehilangan berat

Pada Gambar 2 di atas, terlihat pada sampel dengan konsentrasi nol ppm dengan lama waktu perendaman yaitu 4 hari mempunyai berat sebesar 26,32 gram. Setelah perendaman, beratnya berkurang menjadi 26,07 gram, sehingga selisih massa awal dan akhirnya adalah 0,25 gram. Kemudian, sampel dengan konsentrasi 60 ppm dan 120 ppm serta 180 ppm yang direndam selama 4 hari, menunjukkan perubahan berat masing-masing yaitu sebesar 0,23 gram, 0,22 gram, dan 0,22 gram. Data tersebut menunjukkan bahwasannya sampel yang tidak menggunakan inhibitor mengalami penurunan berat yang paling signifikan dibandingkan dengan sampel yang menggunakan inhibitor. Perbedaan yang signifikan ini disebabkan oleh peran inhibitor dalam mengurangi laju korosi. Tingkat korosi dapat berfluktuasi tergantung pada kondisi lingkungan seperti keasaman, kebasaan, dan kehadiran garam. Penurunan massa sampel terjadi karena proses oksidasi pada plat baja, di mana sampel bereaksi dengan larutan korosif seperti asam klorida, yang menyebabkan korosi pada permukaan sampel tersebut. Selama proses korosi, sebagian dari sampel ada yang melepaskan ion-ion (anoda) sementara sebagian lainnya ada yang menerima ion-ion tersebut (katoda). Akibatnya, pada bagian sampel yang menerima ion-ion yang telah dilepaskan, terjadi pengkaratan. Pengkaratan ini mengakibatkan penurunan massa pada sampel tersebut.

### 3.3 Analisa Laju Korosi

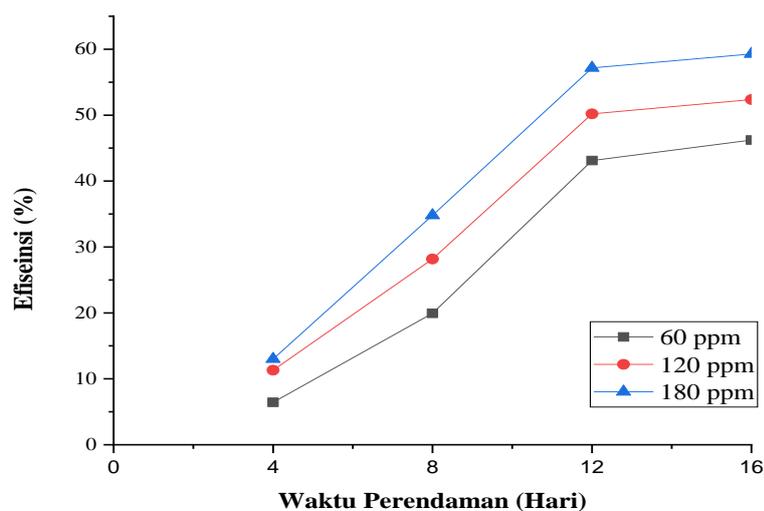


**Gambar 3.** Pengaruh Periode Perendaman Terhadap Laju Korosi

Gambar 3 mengindikasikan bahwa laju korosi baja pada lingkungan asam klorida berkurang bersamaan dengan peningkatan konsentrasi ekstrak kulit buah kakao serta lamanya periode perendaman. Selama periode perendaman antara 4 sampai 16 hari, penurunan laju korosi masih cukup cepat. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi ekstrak kulit buah kakao yang lebih tinggi meningkatkan daya serap yang ada pada baja, sehingga memperlambat laju korosi. Inhibitor ekstrak kulit buah kakao efektif melindungi bagian logam yang akan terkorosi, asalkan konsentrasinya memadai. Inhibitor akan menciptakan lapisan pelindung tipis pada bagian permukaan logam, sehingga mengurangi risiko korosi. Hasil yang didapatkan memperlihatkan bahwa pemanfaatan inhibitor ini cukup efektif karena mampu mengurangi kecepatan korosi dengan waktu singkat.

### 3.4 Analisis Efisiensi Inhibisi

Kemampuan suatu inhibitor untuk mengurangi kecepatan korosi dikenal sebagai efisiensi inhibisi. Efisiensi inhibitor atau biasanya dikenal dengan efisiensi inhibisi merujuk pada persentase yang menggambarkan seberapa banyak laju korosi berkurang ketika menggunakan inhibitor dibandingkan dengan laju korosi yang terjadi tanpa inhibitor (Fahrani, 2021).



**Gambar 4** Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Efisiensi Inhibisi

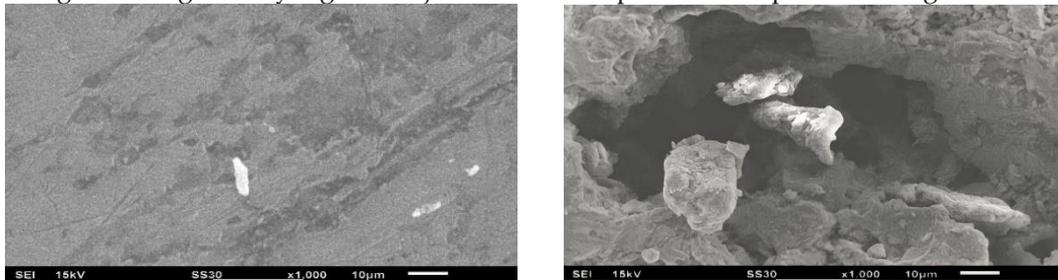
Gambar 4 memaparkan bahwa kemampuan inhibisi dari ekstrak kulit buah kakao mengalami peningkatan bersamaan dengan bertambahnya konsentrasi dan durasi perendaman. Semakin lama

waktu perendaman, maka efisiensi yang diperoleh semakin tinggi, sehingga mengurangi tingkat korosi baja. Ini terjadi karena pembentukan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang berfungsi menutupi permukaan besi sehingga membentuk pola pada sisi katodik sehingga menyebabkan penurunan katoda. Jika reaksi pada katoda terganggu, maka reaksi oksidasi pada baja karbon rendah di anoda juga akan terhambat (Sri Anjani dkk., 2023).

Selama perendaman 4 hari, ekstrak kulit buah kakao dengan konsentrasi 180 ppm mencapai efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 13,00%, sedangkan konsentrasi 60 ppm mencapai efisiensi terendah sebesar 6,43%. Pada perendaman 8 hari, efisiensi tertinggi dicapai oleh konsentrasi 180 ppm dengan nilai 34,80%, sementara konsentrasi 60 ppm memiliki efisiensi terendah yaitu 19,94%. Perendaman selama 12 hari menunjukkan bahwa konsentrasi 180 ppm mencapai efisiensi tertinggi sebesar 57,16%, sedangkan konsentrasi 60 ppm memiliki efisiensi terendah yaitu 43,12%. Pada perendaman 16 hari, konsentrasi 180 ppm kembali mencatatkan efisiensi tertinggi sebesar 59,28%, sedangkan konsentrasi 60 ppm memiliki efisiensi terendah yaitu 46,22%.

### 3.5 Analisa Struktur Morfologi

Uji SEM, atau *Scanning Electron Microscopy*, adalah metode yang digunakan untuk mempelajari struktur morfologi material tertentu. Dalam uji ini, permukaan spesimen, seperti baja ST-41, dianalisis melalui citra mikroskopik. Proses ini melibatkan penangkapan elektron sekunder yang dipancarkan dari spesimen, yang kemudian ditangkap oleh detektor. Sinyal yang diterima diteruskan ke monitor, menghasilkan gambar yang menunjukkan struktur permukaan spesimen dengan detail tinggi.



(A) Hasil Struktur Morfologi Tanpa Perlakuan (A) Perbesaran 1000X (B) Hasil Struktur Morfologi Dengan Inhibitor Perbesaran 1000X.

Pada baja ST 41 menggunakan inhibitor dapat dilihat dari struktur bentuk morfologinya menunjukkan bahwa adanya korosi jenis sumuran. Korosi ini dapat dikenali dari munculnya lubang-lubang kecil yang mirip dengan sumur, yang tersebar di seluruh permukaan logam. Dengan adanya penambahan inhibitor pada baja ST 41 tetap terjadi korosi tetapi laju korosi pada baja tersebut diperhambat karena terbentuknya lapisan pasif protektif dipermukaan baja mengakibatkan terhambatnya kontak langsung baja ST 41 dari serangan ion  $\text{Cl}^-$ . Korosi sumuran disebabkan oleh korosi lokal yang menyerang permukaan logam, membentuk lubang atau cekungan di satu titik. Korosi jenis ini tidak menyebar, melainkan terus menembus ke dalam logam di titik tersebut, akhirnya menciptakan cekungan yang memperbesar area korosi pada logam tersebut (Siddiq, 2022).

## 4. Kesimpulan dan Saran

Kandungan tannin pada konsentrat kulit buah kakao dapat digunakan sebagai alat inhibitor pada baja karbon dan dapat memperlambat laju korosi secara signifikan dalam larutan asam klorida. Pada penelitian, baja karbon ST-41 yang direndam selama 16 hari tanpa inhibitor mengalami kehilangan berat tertinggi, yaitu 1,1091 gram, sedangkan dengan penambahan inhibitor, kehilangan beratnya hanya 0,5983 gram. Pengaruh waktu perendaman baja ST-41 dalam larutan asam klorida dengan penambahan inhibitor menunjukkan hasil terbaik pada perendaman 16 hari dengan konsentrasi inhibitor 180 ppm, di mana laju korosi terendah tercatat sebesar 14,60 mpy. Sebaliknya, laju korosi yang tertinggi terjadi pada saat perendaman 4 hari, yaitu 28,51 mpy. Efisiensi inhibitor tertinggi dicapai pada saat perendaman 16 hari dengan konsentrasi 180 ppm, mencapai 59,28%, sementara efisiensi terendah pada saat perendaman 4 hari dengan konsentrasi 60 ppm, yaitu 6,43%. Studi ini menggunakan metode

penurunan berat untuk mengukur cepatnya laju korosi, dan diharapkan saat penelitian selanjutnya dapat digunakan metode polarisasi potensiodinamik.

## 5. Daftar Pustaka

- Andira. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Daun Rambutan Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Besi Dalam Media Air Payau. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(3), 11-20. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i3.6507>
- Akbar, Y. A., Ishak, I., Zulnazri, Z., Dewi, R., & Nurlaila, R. (2021). Pemanfaatan Ekstrak Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Besi (STEEL) Dalam Media Air Laut. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(3), 94-102. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.5702>
- Hermawan, S., Nasution, Y. R. A., & Hasibuan, R. (2012). Penentuan efisiensi inhibisi korosi baja menggunakan ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 31-33. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1415>
- Irianty, Rozanna Sri dan Maria Peratenta Sembiring. 2012. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir dengan Pelarut Etanol-Air terhadap Laju Korosi Besi pada Air Laut. *Jurnal Riset Kimia*. 5(2), 165-174. <https://doi.org/10.25077/jrk.v5i2.218>
- Ishak, Jalaluddin, Ginting, Z. & Rahmatika, F (2019, November). Analisa Laju Korosi dalam Larutan Asam Sulfat dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Tembakau. Dalam *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* (Vol. 8, Nomor 2). <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>
- Maryanty. (2022). "Pengaruh ekstrak kafein sebagai inhibitor laju korosi dan efisiensi inhibisi pada baja dalam larutan asam sulfat dan biosolar." *Jurnal Rekayasa Proses*. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.71831>
- Prameswari, A., & Dahlan, D. (2021). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium juajava*) sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja. *Jurnal Fisika Unand*, 10(4), 479-485. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.4.479-485.2021>
- Purniawan, A. (2018). Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulitbuah Jeruk Dan Kulitbuah Mangga Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja Karbon Dalam Media NaCl 3, 5%. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(1), 29-33. [10.17146/jsmi.2015.17.1.4199](https://doi.org/10.17146/jsmi.2015.17.1.4199)
- Rusjdi, Halim. 2017. Penanggulangan Korosi pada Pipa Gas dengan Metode Cathodic Protection (Anoda Korban) Pt Pgn Solution Area Tangerang. *Jurnal Power Plant*. 5(1), 40-50. <https://doi.org/10.33322/powerplant.v5i1.109>
- Sari, D. M., Handani, S., & Yetri, Y. (2013). Pengendalian laju korosi baja st-37 dalam medium asam klorida dan natrium klorida menggunakan inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*). *Jurnal Fisika Unand*, 2(3). <https://doi.org/10.25077/jfu.2.3.%25p.2013>
- Sri Anjani, A. D., Ihsan (2023). Pengaruh Inhibitor Alami Dari Biji Nangka Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Tinggi. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 10(1), 1-15. <https://doi.org/10.24252/jft.v10i1.28548>
- Stiadi, Y., Arief, S., Aziz, H., Efdi, M., & Emriadi, E. (2019). Inhibisi Korosi Baja Ringan Menggunakan Bahan Alami Dalam Medium Asam Klorida. *Jurnal Riset Kimia*, 10(1), 51-65. <https://doi.org/10.25077/jrk.v12i2.321>