



**Chemical Engineering
Journal Storage (CEJS)**

home page journal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN TEMBAKAU (*NICOTIANA TABACUM*) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST-37 DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA ASAM KLORIDA

Ahmed Sutoyo, Muhammad*, Syamsul Bahri, Nasrul ZA, Ishak Ibrahim

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

Korespondensi: mhdtk@unimal.ac.id

Abstrak

Menurunnya kualitas suatu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya disebut korosi. Dengan memperkenalkan inhibitor korosi, baik organik maupun anorganik, atau bahan kimia, korosi dapat dihentikan sebelum hal ini terjadi. Dengan sendirinya, inhibitor korosi adalah bahan yang, ketika dimasukkan ke dalam lingkungan, menghambat atau memperlambat laju korosi logam. Meskipun penelitian ini telah dilakukan sebelumnya, namun berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan asam klorida sebagai media korosi, daun tembakau Gayo berwarna coklat dan hijau digunakan sebagai ekstrak bahan alami, dan terdapat variasi konsentrasi inhibitor (100, 130, 160, dan 190 ppm) dan lama perendaman (3, 6, 9, dan 12 hari).

Kata Kunci: Daun tembakau, Efisiensi Inhibisi, Inhibitor, Laju Korosi, Tanin

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v5i2.17270>

1. Pendahuluan

Secara umum kejadian korosi sudah banyak diketahui di Indonesia dan negara lain. Barang-barang mesin sehari-hari, seperti peralatan konstruksi dengan komponen logam, rentan terhadap karat. seperti baja tahan karat, aluminium, tembaga, kuningan, seng, dan baja, yang semuanya rentan terhadap korosi. Mengingat sebagian besar wilayah kepulauan Indonesia terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan curah hujan dan kandungan klorida yang tinggi, maka permasalahan korosi perlu ditangani dengan sangat serius (Asdim, 2001).

Logam biasanya teroksidasi dengan cepat, yang berarti korosi (kerusakan) pada peralatan logam akan terjadi lebih cepat. Logam yang bersentuhan dengan lingkungan atau uap air akan mengalami korosi akibat

interaksi kimia (Ojha dkk, 2017). Menurut Hermawan (2010), penambahan inhibitor korosi merupakan salah satu cara untuk mengendalikan atau memperlambat proses korosi pada logam, yang tidak dapat dicegah melainkan diperlambat untuk menunda proses penghancurannya.

Logam biasanya teroksidasi dengan cepat, yang berarti korosi (kerusakan) pada peralatan logam akan terjadi lebih cepat. Logam yang bersentuhan dengan lingkungan atau uap air akan mengalami korosi akibat interaksi kimia (Ojha dkk, 2017). Menurut Hermawan (2010), penambahan inhibitor korosi merupakan salah satu cara untuk mengendalikan atau memperlambat proses korosi pada logam, yang tidak dapat dicegah melainkan diperlambat untuk menunda proses penghancurannya.

Inhibitor adalah jenis bahan kimia yang dapat menghentikan korosi pada logam baja ketika bersentuhan dengan lingkungannya dalam konsentrasi sedang. Sebagai alternatif, dapat dikatakan bahwa inhibitor bereaksi dengan permukaan logam untuk menciptakan lapisan pelindung. Sejauh ini, inhibitor telah terbukti menjadi tindakan pencegahan korosi yang berhasil. Secara umum, kemampuan suatu inhibitor untuk menghentikan korosi logam meningkat seiring dengan konsentrasinya (Noor, 2015).

Secara umum, pasangan elektron bebas ditemukan dalam senyawa organik dan anorganik seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, dan amina, yang berbahaya, mahal, dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan inhibitor korosi yang murah, aman, biodegradable, dan ramah lingkungan. Ekstrak alami tertentu mengandung zat organik seperti tanin, alkaloid, pigmen, saponin, karbohidrat, dan asam amino yang dapat memperlambat laju korosi logam. Reaksi korosi baja pada larutan asam dan garam dapat dihambat oleh molekul tanin (Tian Wahyuni, 2014). Penelitian terhadap unsur-unsur alam yang aman bagi lingkungan untuk digunakan sebagai inhibitor akan membantu mencapai hal ini. Menurut beberapa penelitian, laju korosi logam dapat diperlambat dengan menggunakan ekstrak alami. Metode yang digunakan untuk mengekstrak komponen organik ini bisa dilakukan dengan beberapa metode seperti maserasi, infundasi, pencernaan, perkolasi dan sokshletasi (Noor, 2015)

Berdasarkan penelitian terdahulu, salah satu tumbuhan yang digunakan sebagai inhibitor alami adalah daun jambu biji karena mempunyai komponen tanin yang mampu memperlambat laju korosi. Mirip dengan percobaan Miftahul Husnah dkk pada tahun 2023, daun jambu biji diuji sebagai penghambat logam besi dalam media korosif yang mengandung NaCl 35%. Hasilnya memuaskan, dengan kemampuan penghambatan efisiensi tertinggi sebesar 82,77% setelah perendaman selama 9 hari pada konsentrasi inhibitor 20%. Dalam penyelidikan berbeda, Dwi dkk. (2021) menunjukkan hasil yang baik dengan efisiensi penghambatan sebesar 87,08% menggunakan ekstrak daun pepaya sebagai inhibitor pada pelat baja ST-37 dalam media air HCl 0,2 M.

Daun tembakau adalah zat alami lain yang mengandung tanin dan dapat digunakan sebagai inhibitor. Tanin, fenol, triterpen, flavonoid, minyak atsiri, saponin, karotenoid, lektin, vitamin, serat, dan asam lemak semuanya terdapat dalam daun tembakau. Tanin adalah molekul metabolit sekunder aktif dengan sejumlah kegunaan yang telah diketahui, termasuk antibakteri, astringen, antidiare, dan antioksidan. Karena daun tembakau merupakan bahan alami yang terjangkau dan mudah diperoleh, maka cara menggunakannya pun cukup sederhana. Mayoritas penelitian menunjukkan bahwa media asam menunjukkan perilaku penghambatan korosi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa logam lebih mudah terkorosi dalam media asam dibandingkan dalam media basa atau basa. Selain itu, konsentrasi inhibitor minimum diperlukan untuk proses penghambatan dua arah agar logam dapat bekerja

2. Bahan dan Metode

Daun tembakau, plat baja ST-37, etanol 96%, Aquadest, asam klorida 37%, NaOH 6N, FeCl 5% 1 ml, gelatin, dan NaCl 2% merupakan perlengkapan dan alat yang diperlukan dalam penelitian ini. Gelas, gelas ukur, oven, pengaduk magnet, timbangan analitik, labu takar, erlenmeyer, jangka sorong, kertas saring, amplas grade 400, 800, dan 1000, wadah plastik, dan corong adalah alat-alat yang digunakan. dalam penelitian ini.

Langkah pertama dalam melakukan penelitian ini adalah menyiapkan bahan uji yaitu pelat baja ST-37. Pelat tersebut kemudian dipotong berukuran 5

kali 3 cm dan tebal 0,3 cm. Kemudian direndam dalam air suling selama dua menit, dan terakhir dicuci dengan etanol untuk menghilangkan kotoran. baja pelat. Pelat baja tersebut kemudian ditimbang di atasnya setelah dikeringkan dalam oven dan didinginkan dalam desikator.

Tahap kedua menyiapkan bahan baku berupa daun tembakau gayo warna coklat dan hijau sebanyak 500 gram. Daun tembakau tersebut kemudian dibersihkan dengan air, dijemur selama lima hari, kemudian dikeringkan satu kali lagi dalam oven sebelum dihaluskan menjadi bubuk.

Dengan menggunakan metode maserasi, tahap ketiga proses ekstraksi daun tembakau Gayo melibatkan penggabungan daun tembakau yang dihancurkan dengan etanol 96% dengan perbandingan 1:5 (100 gram daun tembakau: 500 liter etanol). Proses ekstraksi dilakukan dengan merendamnya dalam gelas kimia dan membungkusnya dengan aluminium foil selama tiga hari berturut-turut. Bahan hasil ekstraksi selanjutnya dianalisis untuk memastikan kandungan taninnya setelah hasil ekstraksi disaring untuk memisahkan filtrat dari sedimen. Untuk menggunakan filtrat sebagai inhibitor organik untuk ekstrak daun tembakau, larutan etanol dalam ekstrak kemudian direduksi dan diuapkan, sehingga filtrat yang dihasilkan mengental melalui pemanasan.

Langkah keempat, satu gram ekstrak daun tembakau ditimbang lalu dilarutkan dalam seribu mililiter air suling hingga menjadi larutan stok (1000 ppm). Konsentrasi larutan inhibitor yang dihasilkan dapat divariasikan, mulai dari 100, 130, 160, dan 190 ppm dari larutan stok.

Tahap pengujian sampel yang merupakan bagian terakhir dari proyek penelitian ini meliputi penyiapan 500 mililiter larutan korosif berdasarkan variabel, merendam pelat baja yang luas permukaannya telah diukur dalam inhibitor korosi selama lima jam, kemudian merendam baja tersebut. pelat dalam larutan korosif selama durasi variabel yang ditentukan. Selanjutnya, pelat baja dicuci dengan larutan HCl 0,1 N untuk menghilangkan produk korosi yang tersisa. Kemudian dibilas dengan air suling, dan tidak ada variasi berat apa pun.

Beberapa analisis dilakukan dengan menggunakan berbagai parameter, antara lain uji fitokimia tanin untuk mengidentifikasi komponen tanin pada

ekstrak daun tembakau Gayo. Untuk melakukan pengujian ini, dua gram ekstrak daun tembakau ditimbang, dilarutkan dalam 100 mililiter air suling, lalu direbus selama lima belas menit. Satu mililiter NaCl 2% kemudian ditambahkan dan disaring. Filtrat A dan Filtrat B merupakan dua bagian filtrat yang dipisahkan. Tiga tetes FeCl₃ 5% ditambahkan ke filtrat A, dan gelatin ditambahkan ke filtrat B.

Selanjutnya, untuk menilai perbedaan antara massa asli pelat baja dan berat akhirnya saat direndam, dilakukan analisis penurunan berat badan. Persamaan 1 kemudian terlihat ketika laju korosi pada pelat baja dianalisis.

$$r = \frac{K \times W}{A \times D \times t} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : K = Konstanta

A = Luas Area Permukaan (in²)

T = Lama Waktu (hari)

W = Kehilangan Massa (gr)

D = Densitas (g/cm³)

Analisa efisiensi inhibisi juga dilakukan dengan persamaan 2.

$$Ei = \frac{Vko - Vki}{Vko} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : Ei = Efisiensi Inhibisi

Vko = Laju Korosi Tanpa Inhibitor

Vki = Laju Korosi Dengan Inhibitor

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Uji Fitokimia Tanin

Larutan uji FeCl₃ dan uji gelatin dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanin dan menentukan kandungan kualitatifnya. (Halaman 155, Mukhriani, Nonci, dan Mumang 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap ekstrak daun tembakau hijau dan coklat, hasil uji fitokimia tanin menunjukkan bahwa sampel ekstrak daun tembakau yang ditambah FeCl₃

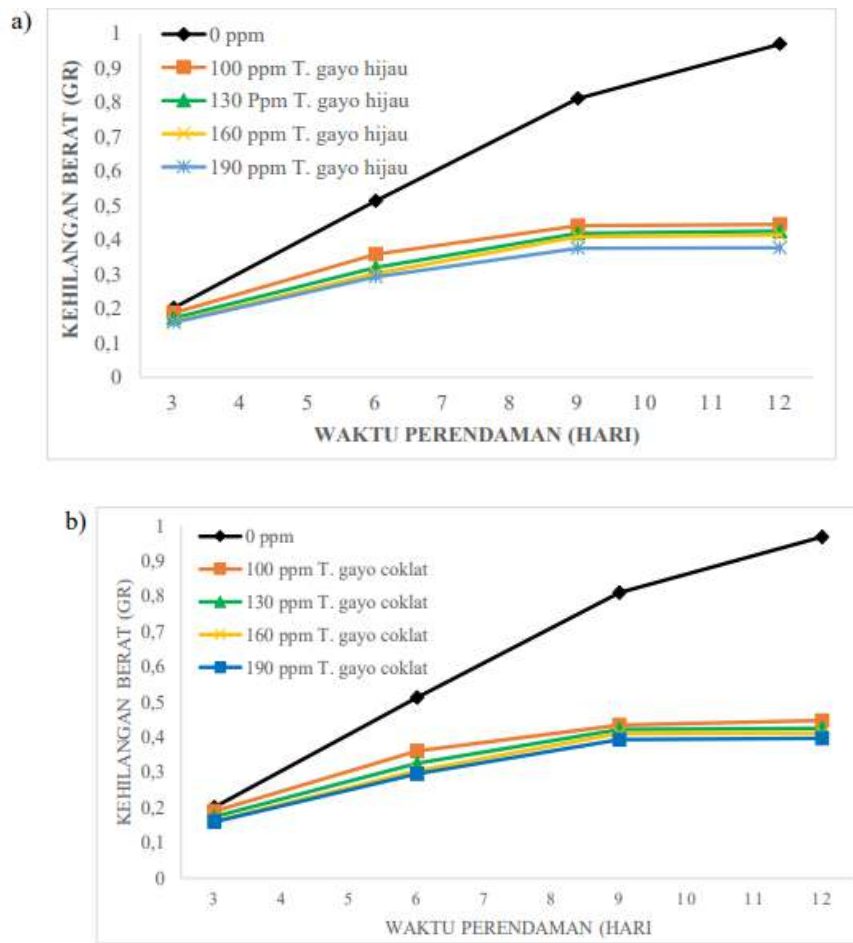
mengandung tanin atau menunjukkan hasil positif, perubahan warna menjadi biru kehitaman sangat signifikan. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa ekstrak daun tembakau mengandung tanin yang dapat menghentikan korosi pelat baja ST 37 ketika warna kuning kehijauan berubah menjadi biru kehitaman. Hal ini dimungkinkan karena tanin merupakan bahan kimia polifenol, dan keberadaan fenol dalam suatu sampel dapat ditentukan dengan menggunakan reagen FeCl_3 .

Endapan berwarna keputihan dan kekuningan muncul pada adonan agar-agar. Munculnya endapan berwarna keputihan dan kekuningan menunjukkan bahwa tanin menyebabkan protein gelatin menggumpal. Harborne mengklaim bahwa tanin dapat bergabung dengan protein untuk menciptakan kopolimer efektif yang tidak larut dalam air.

3.2 Analisa Kehilangan Berat

Metode penurunan berat badan dapat digunakan untuk menentukan laju korosi. Perhatian khusus perlu diberikan pada lingkungan yang mungkin mengalami korosi selama penggunaan ketika memilih pendekatan penurunan berat badan. Dengan menganalisis seluruh struktur secara cermat selama tahap desain, kita dapat mengidentifikasi komponen sistem yang paling mungkin mengalami korosi. Oleh karena itu, mudah bagi kami untuk mengganti atau memperbaiki bagian yang terkorosi. Besarnya kehilangan berat benda uji per satuan luas permukaan pada setiap perendaman merupakan cara laju korosi dinyatakan dalam metode ini. Ketika tembakau coklat dan ekstrak daun tembakau hijau ditambahkan pada plat besi, efisiensi masing-masing laju korosi menunjukkan semakin tinggi

Gambar 3.1 menunjukkan pengaruh lama perendaman terhadap penurunan berat baja ST-37 pada media HCl 0,5 N.



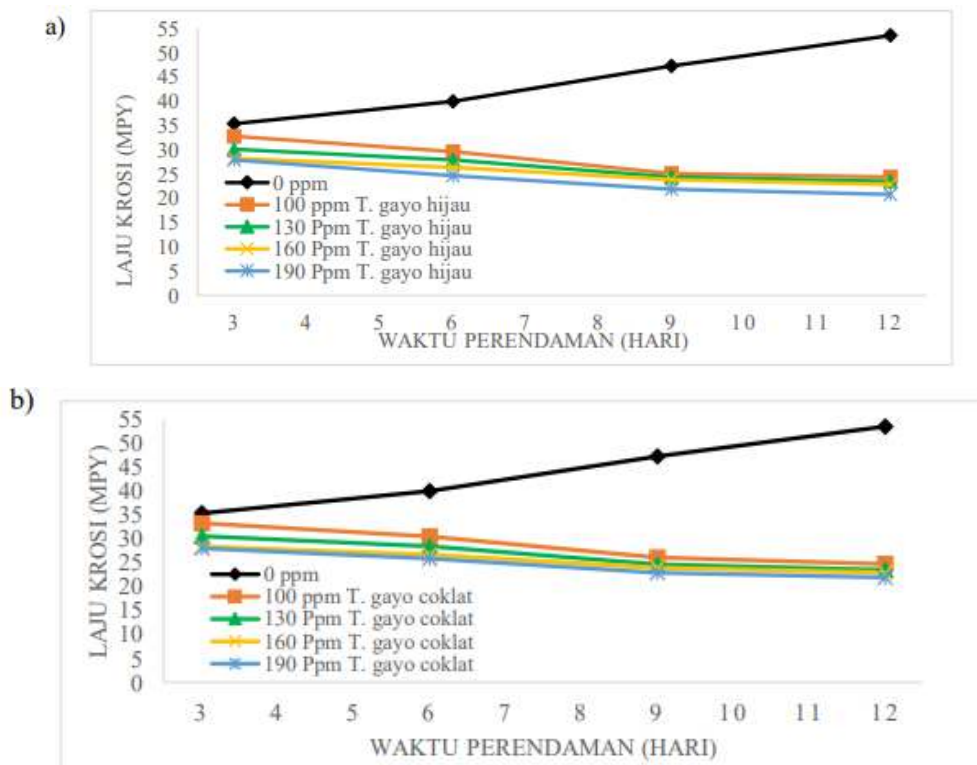
Gambar 3.1 Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Kehilangan Berat pada (a) Inhibitor Tembakau Gayo Hijau, (b) Inhibitor Tembakau Gayo Coklat.

Sampel dengan konsentrasi 0 ppm dan tanpa inhibitor yang direndam selama tiga hari mempunyai berat awal 32,5409 gram dan berat akhir 32,3388 gram seperti terlihat pada Gambar 3.1. Artinya massa awal dan akhir sampel berbeda sebesar 0,2021 gram. Nilai penurunan berat serupa juga terjadi pada varian sampel berikut, yaitu sampel penghambat tembakau Gayo Green yang direndam selama tiga hari berturut-turut: 0,1874 gram, 0,1721 gram, 0,1657 gram, dan 0,1595 gram. Selain itu, sampel inhibitor tembakau Coklat Gayo menunjukkan nilai susut bobot sebesar 0,1903 gram, 0,1748 gram, 0,1624 gram, dan 0,1602 gram setelah direndam selama tiga hari berturut-turut. Dengan demikian, dapat dikatakan baja ST 37 tidak perlu dilakukan penambahan.

Proses oksidasi yang terjadi pada baja ST 37 menjadi penyebab berkurangnya massa baja. Baja bereaksi dengan HCl 0,5 N, suatu larutan korosif, menyebabkan permukaan sampel mengalami proses korosi dimana ion-ion dilepaskan dari satu permukaan sampel (anoda) dan diambil oleh permukaan sampel lainnya (katoda). Dengan demikian, akan terjadi proses pengkaratan pada permukaan sampel, yang berfungsi sebagai tempat berkumpulnya ion-ion yang terbebaskan, sehingga terjadi proses reduksi massa pada sampel. Sebaliknya, penurunan massa selama perendaman lebih sedikit ketika inhibitor ditambahkan. Hal ini terjadi sebagai akibat dari kemampuan inhibitor untuk mengurangi laju korosi, meskipun penambahannya

3.3 Analisa Laju Korosi

Pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi pada plat besi dalam media asam klorida diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengaruh waktu perendaman terhadap Laju Korosi pada (a) Inhibitor Tembakau gayo hijau, (b) Inhibitor Tembakau gayo coklat

Laju korosi pada pelat baja ST 37 pada lingkungan asam klorida tanpa penambahan inhibitor ditunjukkan pada Gambar 3.2. Hal ini menunjukkan bahwa

nilai laju korosi semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu perendaman, hal ini menunjukkan bahwa semakin cepat terjadinya korosi akibat pelepasan maka semakin tinggi pula nilai laju korosinya. elektron dalam karya Muhdani tahun 2017. Ketika inhibitor ditambahkan, laju korosi berkurang drastis seiring dengan meningkatnya kandungan inhibitor dari ekstrak tembakau Gayo. Hal ini terjadi karena pembentukan lapisan pelindung pasif terjadi lebih cepat pada konsentrasi ekstrak daun tembakau Gayo yang lebih tinggi. Dengan menciptakan lapisan pelindung pada permukaan baja, inhibitor organik berfungsi untuk menutupinya. Penghalang ini berbentuk bahan kimia yang disebut kompleks Fe-tanat.

Laju korosi baja ST 37 akan berkurang dengan bertambahnya waktu perendaman dalam larutan HCl dengan penambahan inhibitor. Berkembangnya lapisan pelindung pasif pada permukaan baja yang menjaga baja ST 37 tidak bersentuhan langsung dengan lingkungan menyebabkan laju korosi berkurang. Molekul organik rantai panjang yang ditempelkan pada permukaan baja karbon rendah menyerap untuk menciptakan lapisan pelindung. Molekul-molekul tersebut mempunyai kemampuan untuk memerangkap ion logam di permukaan atau membatasi kemampuan oksigen untuk berdifusi ke permukaan (Ishak, 2019). Karena merupakan lingkungan asam dan mengandung ion Cl yang agresif, asam klorida merupakan larutan kaustik bila digabungkan dengan asam kuat lainnya. Adapun reaksi yang terjadi pada laju korosi dapat dilihat pada persamaan 3.



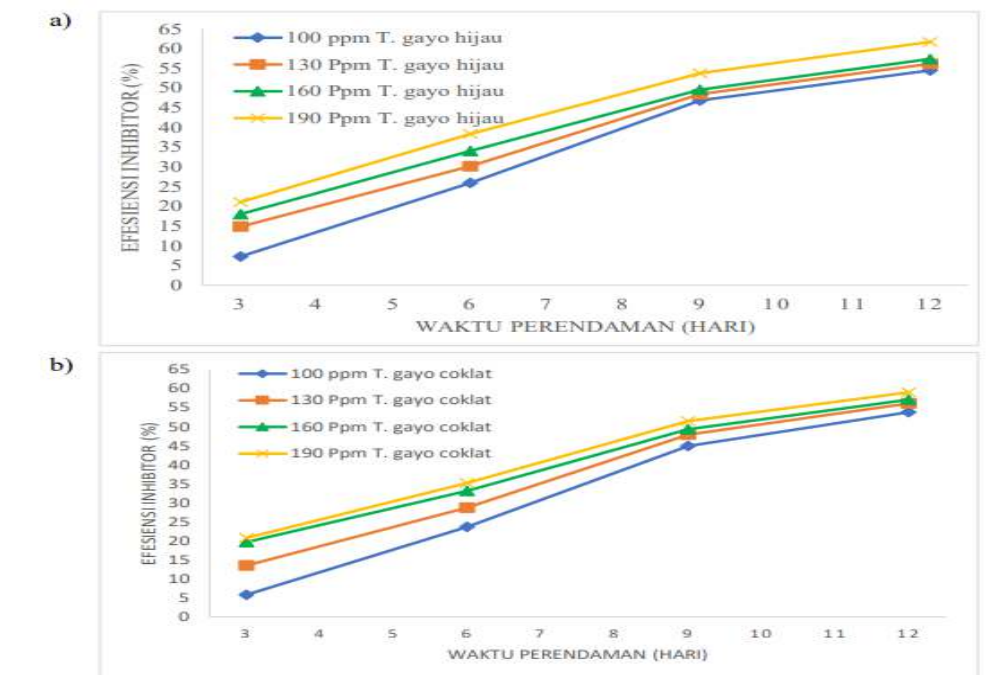
Karat dan pengelupasan merupakan akibat dari reaksi yang terjadi pada permukaan logam dan terus menerus masuk ke dalam larutan. Setelah dilakukan perendaman selama 12 hari pada konsentrasi inhibitor 190 ppm, laju korosi tembakau hijau gayo berhasil diturunkan hingga serendah mungkin (20,8335 mpy). Setelah dilakukan perendaman selama 12 hari pada konsentrasi inhibitor 190 ppm, diperoleh laju korosi tembakau coklat Gayo sebesar 21,9676 mpy. Jika terdapat pada konsentrasi yang cukup, inhibitor ini bekerja pada semua permukaan logam yang terkorosi. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa

penggunaan inhibitor ini dapat dengan cepat menurunkan laju korosi sehingga sangat efektif.

Menurut (Afandi, 2015), laju korosi relatif yang sangat buruk adalah 200 mpy, sedangkan yang sangat baik adalah kurang dari 1 mpy. Dengan demikian, pada pelat baja ST 37, laju korosi terbesar tanpa penggunaan inhibitor adalah 53,5996 mpy, dan laju korosi terendah pada media korosif HCl 0,5 N dengan penambahan inhibitor adalah 35,4039 mpy. Dibandingkan dengan pelat baja ST 37 yang diberi inhibitor organik, pelat baja ST 37 yang diberi perlakuan tanpa inhibitor menunjukkan korosi yang lebih buruk.

3.4 Analisa Efisiensi Inhibisi

Efisiensi penghambatan adalah kemampuan suatu inhibitor untuk mengurangi laju korosi. Efisiensi inhibitor, kadang-kadang disebut sebagai efisiensi penghambatan, adalah persentase yang, jika nilai laju korosi dengan dan tanpa inhibitor dikurangi, menunjukkan penurunan laju korosi. Fahriani (2021). Gambar 3.3 mengilustrasikan bagaimana lamanya waktu perendaman mempengaruhi laju korosi dan efektivitas inhibitor untuk memperlambatnya.



Gambar 4.3 Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Efisiensi Inhibisi pada (a) Inhibitor Tembakau gayo hijau, (b) Inhibitor Tembakau gayo

Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.3. Ekstrak daun tembakau hijau pada konsentrasi 190 ppm mempunyai efisiensi paling tinggi (21,07%) setelah perendaman selama tiga hari, sedangkan ekstrak daun tembakau hijau Gayo pada konsentrasi 100 ppm mempunyai efisiensi paling rendah (7,27 persen). Ekstrak daun tembakau Gayo Green dengan konsentrasi 190 ppm menghasilkan efisiensi tertinggi (61,13%) setelah lama perendaman 12 hari, sedangkan ekstrak dengan konsentrasi 100 ppm menghasilkan efisiensi paling rendah (54,43%). Sedangkan ekstraksi daun tembakau coklat Gayo setelah direndam selama tiga hari mempunyai efisiensi ekstraksi yang paling maksimal.

Hal ini terjadi akibat pengolahan tembakau setelah panen, yang melibatkan proses pengeringan khusus yang mengubah suhu dan kelembapan udara, sehingga mengubah kandungan kimia di daun, termasuk tanin (Budi Saroso, 2012). Laju korosi pada baja ST 37 akan menurun dengan semakin lamanya waktu perendaman karena semakin lamanya waktu perendaman maka efisiensi penghambatan semakin tinggi. Inhibitor yang efektif dan menempel pada permukaan logam menjadi penyebabnya. Baja karbon di bagian ini telah mengembangkan senyawa kompleks yang disebut Fe-Tanate karena adanya komponen tanin. Semakin lama baja karbon direndam maka semakin banyak lapisan pelindung yang dihasilkan sehingga memperlambat laju korosi dan meningkatkan nilai efisiensi penghambatan. Campuran Fe-Tanate ini akan berfungsi sebagai

4. Simpulan dan Saran

Ekstrak daun tembakau hijau dan coklat memiliki kualitas penghambat korosi yang baik sehingga dapat menurunkan laju korosi. Semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun tembakau hijau dan coklat maka laju korosi akan semakin lambat. Adsorpsi senyawa organik tanin pada permukaan logam ekstrak inilah yang menyebabkan terjadinya korosi dapat terhambat. Konsentrasi ekstrak daun tembakau hijau gayo sebesar 190 ppm yang direndam dalam media selama 12 hari menghasilkan laju korosi dan efisiensi inhibitor terbaik sebesar 20,8335 mpy dan 61,13%. Sementara itu, konsentrasi Gayo diketahui mempunyai laju korosi dan efisiensi inhibitor terbaik.

5. Daftar Pustaka

1. Adhi Setiawan, dkk. (2018). “*Karakteristik Inhibisi Baja Karbon di dalam Larutan Asam Klorida (HCl) Menggunakan Ekstrak Daun Tembakau*”. Jurnal Rekayasa Imiah dan Lingkungan Usk. Vol 3 no 2, hal 24. <https://doi.org/10.23955/rkl.v13i2.11182>
2. Dwi Kemala Putri, Addin Akbar. (2021). “*Potensi Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi dalam Media Asam Klorida pada Baja ST-37*” Padang: Politeknik ATI Padang. <http://dx.doi.org/10.52759/reactor.v2i2.37>
3. Fahriani. 2021. “*Pengaruh Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah*”. Makassar: UIN Alauddin Makassar. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/18837>
4. Haryono, G., Sugiantoro, B., Farid, H. and Tanoto, Y. (2010), “*Ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi*”, Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi. Hal 16-17. <http://repository.upnyk.ac.id/id/eprint/569>
5. Ishak Ibrahim, dkk, (2019). “*Analisa Laju Korosi Baja Karbon ST-37 dalam Larutan Asam Sulfat dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Tembakau*” Jurnal Teknologi Kimia Unimal, hal 25-26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2680>
6. Jalaluddin, Ishak, Rosmayuni. (2015). “*Efektifitas Inhibitor Ekstrak Tanin Kulit Kayu Akasia (Acacia Mangium) Terhadap Laju Korosi Baja Lunak (ST.37) Dalam Media Asam Klorida*”. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 4 : 1. hal 89 - 99. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2680>
7. Muhdani. 2017. “*Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Dan NaCl Terhadap Laju Korosi Dan Kekerasan Pada Baja EMS45 Berlapis Cat*”. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. <http://eprints.umm.ac.id/40464/>
8. Mukhriani, Nonci, F.Y., dan Mumang. (2014). “*Penetapan Kadar Tanin Total Ekstrak Biji Jintan Hitam (Nigella sativa) Secara Spektrofotometri UV₇ VIS*”. JF FIK UINAM, 2(4), hal 154-158. <https://doi.org/10.24252/jurfar.v2i4.2162>
9. Shofrina Surya Dewi, Retno Aliyatul Fikroh, Fuadatul Mukoningah. (2022). “*Potensi Ekstrak Daun Jambu Biji Sebagai Alternatif Inhibitor Korosi Besi untuk Pembelajaran Kimia Kontekstual*” Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA, 6(3), hal. 257-272. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i3.26001>
10. Yuli Rizki Ananda Nasution, Sri Hermawan dkk . (2012). “*Penentuan*

Efisiensi Inhibisi Reaksi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Manggis". Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.1 No.2.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1415>