



**EFEKTIVITAS PENGARUH EKSTRAK BIJI KOPI SEBAGAI
INHIBITOR TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA ST-37 DALAM
MEDIA KOROSIF HCl 0,5 N**

**Yayang Nadrakhilla, Ishak Ibrahim*, Lukman Hakim, Meriatna,
Raudhatul Ulfa**

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: HP: 081362908162, e-mail: ishak@unimal.ac.id

Abstrak

Proses penghancuran permukaan logam melalui proses elektrokimia disebut korosi. Korosi dapat diminimalkan melalui pelapisan, prosedur inhibitor, dan proteksi katodik. Namun pendekatan yang paling sederhana dan paling murah adalah dengan memasukkan inhibitor ke dalam media. Penelitian ini menggunakan metode perendaman untuk mengetahui pengaruh inhibitor alami turunan ekstrak biji kopi Robusta terhadap laju korosi baja ST-37. 0,5 N HCl adalah media korosif yang digunakan dalam penyelidikan ini. Perendaman dilakukan selama enam, sembilan, dua belas, dan lima belas hari dengan konsentrasi inhibitor 0,13, 0,17, 0,22, dan 0,34 gram/ml. Berat benda yang hilang per satuan luas permukaan selama waktu perendaman disebut laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam lingkungan asam klorida, konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman yang lebih lama menurunkan laju korosi pada baja karbon rendah. Penurunan ini disebabkan oleh pembentukan lapisan pasif yang melindungi permukaan besi. Lapisan ini melindungi besi dari korosi. Perendaman selama 15 hari dengan konsentrasi 0,34 gr/ml menunjukkan laju korosi terendah dan efisiensi inhibisi tertinggi, masing-masing 5,7193 Mpy dan 79,85%.

Kata Kunci: Baja ST-37, Biji Kopi Robusta, Efisiensi Inhibisi, Inhibitor, dan Laju Korosi.

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i5.16844>

1. Pendahuluan

Peluruhan paksa logam oleh media sekitarnya, yang biasanya berupa cairan (zat korosif), dikenal sebagai korosi. Kerusakan atau korosi logam biasanya dimulai pada permukaan logam dan akhirnya dapat berpindah ke dalam material. Selain organisme dapat menyebabkan korosi pada bahan konstruksi, Kualitas

logam yang menurun akibat reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya juga dikenal sebagai korosi (Afandi, 2015).

Ada beberapa strategi untuk mengurangi korosi, seperti proteksi katodik, pelapisan, atau inhibitor. Namun demikian, menambahkan inhibitor ke media adalah pendekatan paling sederhana dan paling murah untuk mencapai hal ini. 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. Karena prosedurnya mudah dan murah, sejauh ini penggunaan inhibitor telah terbukti menjadi teknik yang efektif untuk menghentikan korosi. Senyawa ikatan rangkap, oksigen, nitrogen, sulfur, dan fosfor merupakan salah satu zat yang dapat digunakan sebagai inhibitor. Secara umum, efektivitas inhibitor meningkat seiring dengan konsentrasinya (Purniawan, 2018).

Inhibitor korosi diklasifikasikan menjadi organik atau anorganik tergantung dari mana asalnya. Tingkat toksisitas menjadi pertimbangan ketika memilih suatu inhibitor, selain kemanjurannya yang luar biasa dalam mencegah korosi. Selain itu, kekhawatiran terhadap pencemaran lingkungan juga harus diperhitungkan. Alasan ini membatasi penerapan inhibitor bahan anorganik. Tingkat toksisitas dan biaya tinggi senyawa sintetis mendorong penemuan sumber inhibitor organik yang lebih murah dan ramah lingkungan dari ekstrak alami. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak tumbuhan yang terdiri dari berbagai komponen organik, seperti tanin, alkaloid, saponin, dan asam amino, sebagai inhibitor yang aman, nyaman, terjangkau, dan dapat terbiodegradasi (Yanti dkk, 2023).

Selain itu, melalui reaksi antara larutan dan permukaan logam, inhibitor membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Karena mudah dan murah, penggunaan inhibitor saat ini merupakan metode yang efektif untuk mencegah korosi. Senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor termasuk senyawa ikatan rangkap, sulfur, fosfor, nitrogen, dan oksigen. Secara umum, konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi mengurangi korosi logam (Irianty, 2012).

Ekstrak kopi merupakan bahan alami yang berpotensi berfungsi sebagai inhibitor. Karena biji kopi merupakan bahan alami yang murah dan mudah didapat, maka cara menggunakannya pun cukup sederhana. Kemanjuran ekstrak alami sebagai penghambat korosi terkait erat dengan kandungan nitrogen dalam senyawa kimia. Karena biji kopi mengandung tanin, maka dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor untuk menghentikan terjadinya korosi (Pradhini, 2015).

Tanin adalah bahan kimia polifenol dengan berat molekul besar yang termasuk dalam kelompok flavonoid yang terdapat dalam keluarga tumbuhan tingkat tinggi. Tanin merupakan bahan kimia organik yang ramah lingkungan dan mempunyai kemampuan membentuk kompleks dengan logam sehingga berpotensi sebagai inhibitor korosi logam. Kemampuan senyawa tanin untuk membentuk kompleks dengan besi permukaan mengurangi laju korosi. Hampir setiap jenis tanaman hijau di dunia, baik tingkat tinggi maupun rendah, dapat menghasilkan tanin dalam jumlah dan kualitas yang berbeda-beda. Kopi merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan tanin di dalamnya. Kandungan tanin pada kopi menunjukkan bahwa tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk memperlambat laju reaksi korosi baja (Rochmat, 2019).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan temuan-temuan sebelumnya, serta memastikan dampak penggabungan konsentrasi inhibitor alami yang berasal dari ekstrak biji kopi, memastikan efektivitas inhibitor tersebut, dan menghitung laju korosi pada ST-37 baja dengan konsentrasi inhibitor yang bervariasi, jenis dan interval perendaman yang berbeda.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dari persiapan bahan yang akan diuji, sampel pelat baja ST-37 yang sudah dipotong berukuran panjang 5 cm, lebar 3 cm dengan ketebalan 0,3 cm. Permukaan pelat baja kemudian dihaluskan menggunakan amplas bermutu, kemudian plat baja direndam selama dua menit menggunakan aquadest. Hal ini bertujuan menghilangkan kotoran seperti karat, minyak dan lemak yang menempel pada plat baja. Setelah direndam menggunakan aquadest selanjutnya plat baja dibilas menggunakan HCl 0,1 N dan dikeringkan

menggunakan *oven* kemudian didinginkan dan ditimbang untuk diukur luas permukaan yang sebenarnya.

Selanjutnya persiapan proses ekstraksi maserasi, serbuk biji kopi yang telah dipersiapkan dilakukan proses pencampuran dengan pelarut etanol 96% dengan perbandingan (200 gr serbuk kopi : 750 ml etanol 96%). Campuran tersebut kemudian direndam selama 72 jam didalam gelas kimia yang tertutup rapat dengan aluminium foil. Kertas saring digunakan untuk memisahkan filtrat dari sedimen hasil ekstraksi. Setelah dilakukan pengujian ekstrak fitokimia tanin, filtrat dipanaskan hingga larutan etanol menguap dan menghasilkan filtrat kental. Dalam penelitian ini digunakan konsentrasi yang berbeda (0,13, 0,17, 0,22, dan 0,34) gr/ml bersamaan dengan waktu perendaman yang berbeda (6, 9, 12, dan 15) hari.

Tahap persiapan terakhir adalah pengujian sampel, yaitu pelat baja yang telah disiapkan direndam dalam larutan inhibitor dengan konsentrasi berbeda selama lima jam. Setelah itu ditambahkan 150 ml HCl 0,5 N ke dalam masing-masing gelas kimia sesuai dengan variasi waktu perendaman untuk merendam pelat baja. Pelat baja dibersihkan dengan larutan HCl 0,1 N, dibilas dengan air suling, dan dikeringkan bila waktu yang ditentukan telah berlalu. Timbang pelat baja dan catat setiap variasinya.

Pada langkah berikutnya, analisis pengujian uji fitokimia tanin dilakukan dengan beberapa parameter yang dilakukan secara kualitatif untuk menentukan apakah ada tanin pada ekstrak biji kopi robusta. Pengujian ini dilakukan dengan dua metode, uji FeCl_3 dan uji gelatin. Tambahkan tiga tetes larutan FeCl_3 ke dalam filtrat yang diekstraksi, dan amati warna campurannya jika berwarna hijau tua, berarti terdapat tanin positif. Selanjutnya amati endapan setelah menambahkan tiga tetes larutan gelatin ke dalam filtrat yang terkumpul. Tanin positif ditunjukkan dengan adanya endapan putih.

Metode penurunan berat badan melibatkan penghitungan ulang berat asli benda uji - benda yang ingin Anda tentukan laju korosinya, dan menghitung penurunan berat dari berat awal tersebut. Ini menghasilkan nilai penurunan berat badan. Kehilangan berat dapat digunakan untuk menghitung laju korosi.

Persamaan 1 dapat digunakan untuk menghitung laju korosi plat besi.

$$\text{Laju Korosi} = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

K = Konstanta

A = Luas Area Permukaan (cm²)

T = Waktu Perendaman (jam)

W = Kehilangan Massa (gram)

D = Densitas (gr/cm³)

Persamaan 2 dapat digunakan untuk menghitung efisiensi inhibisi sampel plat baja.

$$E_i = \frac{C_{ro} - C_{ri}}{C_{ro}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

E_i = Efisiensi Inhibisi (%)

C_{ro} = Laju Korosi Tanpa Penambahan Inhibitor (Mpy)

C_{ri} = Laju Korosi Dengan Penambahan Inhibitor (Mpy)

3. Hasil Penelitian

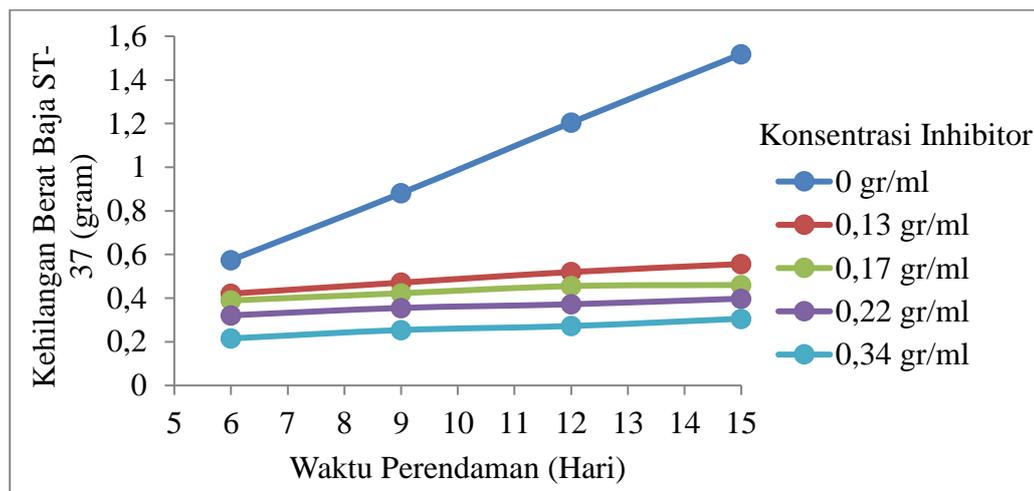
3.1. Uji Fitokimia Tanin

Diperoleh hasil penelitian uji fitokimia tanin pada ekstrak biji kopi robusta, hasil penambahan pereaksi FeCl₃ menunjukkan perubahan warna yang nyata dari warna orange kecokelatan menjadi hijau kehitaman, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanin dalam ekstrak biji kopi robusta memiliki kemampuan untuk memperlambat korosi plat baja ST-37. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tanin adalah senyawa polifenol, yang mana pereaksi FeCl₃ digunakan untuk menentukan apakah sampel mengandung gugus fenol. Hal ini diperkuat oleh metode tradisional untuk mengidentifikasi senyawa fenol sederhana (Akbar, 2021), di mana ekstrak ditambahkan ke larutan FeCl₃ 5% dalam air, yang menimbulkan warna yang kuat seperti hijau, merah, ungu, biru, atau hitam. Setelah ekstrak ditambahkan dengan FeCl₃, tanin akan membentuk senyawa kompleks yang mengandung ion Fe³⁺.

Ekstrak biji kopi Robusta juga dianalisis menggunakan uji Gelatin untuk meningkatkan uji tanin secara kualitatif. Hasil analisis menunjukkan adanya endapan putih yang menandakan adanya tanin pada ekstrak biji kopi Robusta. Hal ini terjadi karena kemampuan tanin untuk berikatan dengan protein gelatin untuk menghasilkan kopolimer yang tidak larut dalam air. Menurut (Akbar, 2021), akan terbentuk endapan berwarna putih kekuningan pada saat pengujian gelatin. Tanin memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan protein, menghasilkan kopolimer yang tidak larut dalam air, munculnya endapan putih kekuningan menunjukkan bahwa tanin mengentalkan protein dari gelatin.

3.2. Analisa Kehilangan Berat

Gambar 3.1 menunjukkan bagaimana waktu perendaman mempengaruhi kehilangan berat baja ST-37 dalam media HCl 0,5 N



Gambar 1. Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Kehilangan Berat Baja ST-37

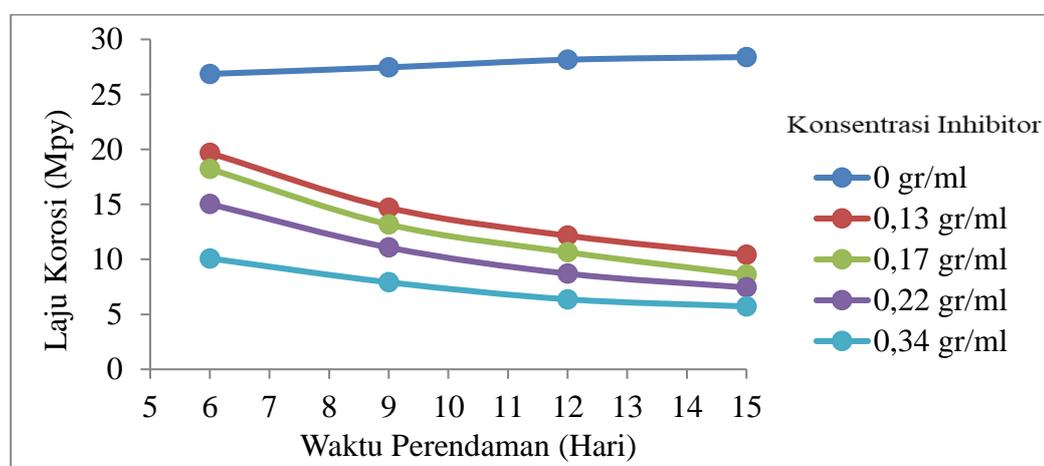
Waktu perendaman yang lebih lama pada sampel tanpa penambahan inhibitor memiliki nilai kehilangan berat yang signifikan lebih tinggi, seperti terlihat pada Gambar 3.1 diatas. Hal ini karena besi mudah bereaksi tanpa adanya inhibitor sehingga lebih mudah terjadinya korosi. Proses oksidasi yang terjadi pada baja ST-37 menjadi penyebab berkurangnya massa baja. Baja bereaksi dengan larutan korosif yaitu HCl 0,5 N sehingga permukaan baja ST-37 akan mengalami korosi. Hal tersebut mengakibatkan bagian permukaan baja yang telah

melepaskan elektron akan mengalami proses pengkaratan yang menyebabkan sampel tersebut mengalami proses penurunan massa.

Pada sampel berikutnya yaitu menggunakan penambahan inhibitor dengan konsentrasi 0,13 gr/ml, 0,17 gr/ml, 0,22 gr/ml, 0,34 gr/ml memiliki nilai kehilangan berat yang lebih kecil. Ini terjadi karena meskipun ditambahkan inhibitor, massa tetap berkurang karena korosi tidak dapat dicegah sepenuhnya hanya bisa diperlambat. Hal ini sesuai dengan penelitian (Rizzki Andira dkk, 2022), yang menunjukkan bahwa sampel dengan dan tanpa penambahan inhibitor perubahan beratnya lebih besar dibandingkan sampel dengan penambahan inhibitor karena inhibitor dapat memperlambat laju korosi dengan membentuk lapisan pelindung pada logam permukaan.

3.3. Analisa Laju Korosi

Gambar 3.2 menunjukkan bagaimana waktu perendaman mempengaruhi kecepatan korosi baja ST-37 pada media HCl 0,5 N.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Baja ST-37

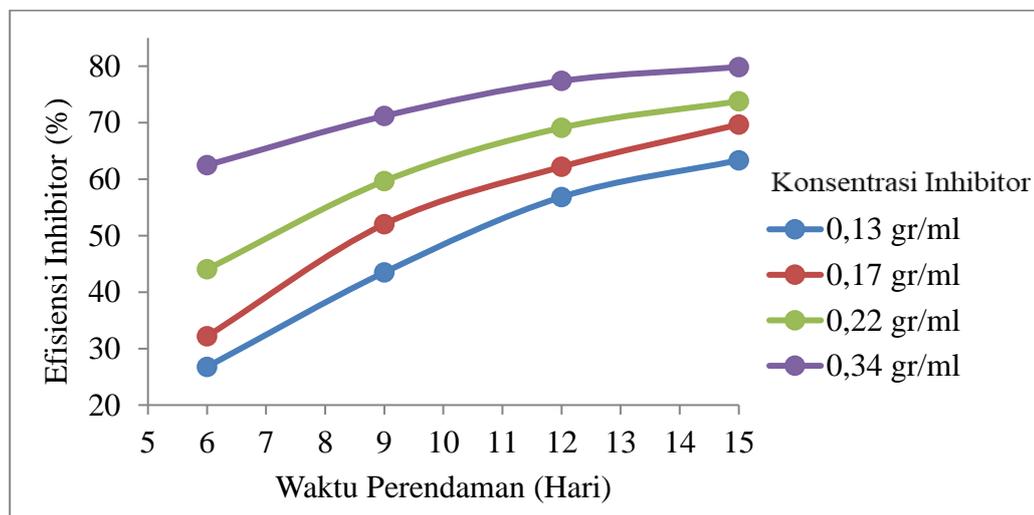
Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 diatas menjelaskan bahwa dengan lamanya waktu perendaman, laju korosi plat baja ST-37 dalam lingkungan asam klorida ketika inhibitor tidak disertakan meningkat dengan signifikan. Hal ini karena besi mudah bereaksi ketika tidak ada inhibitor, sehingga korosi sering terjadi. Nilai laju korosi yang meningkat menunjukkan bahwa baja akan mengalami korosi lebih cepat karena pelepasan elektron. Namun, laju korosi

dengan penambahan inhibitor ekstrak biji kopi robusta menurun secara signifikan seiring dengan meningkatnya waktu perendaman. Hal ini terjadi karena kombinasi rumit Fe-tanat yang membentuk lapisan pelindung, senyawa kompleks ini akan melindungi permukaan baja dari larutan korosif (Samosir & Oko, 2023).

Permukaan baja ST-37 memiliki lapisan pelindung pasif yang mencegah kontak langsung dengan lingkungan. Akibatnya, semakin lama baja ST-37 direndam dalam larutan HCl yang mengandung inhibitor, semakin rendah laju korosi. Lapisan pelindung dibuat karena molekul organik rantai panjang adsorpsi pada permukaan baja karbon rendah. Salah satu fungsi molekul-molekul ini adalah mencegah difusi oksigen ke permukaan atau memerangkap ion logam di permukaan (Ishak, 2019).

3.4. Analisa Efisiensi Inhibisi

Laju korosi dihitung baik dengan atau tanpa inhibitor ditempatkan untuk melakukan analisis efisiensi penghambatan dan memperkirakan efisiensi inhibitor. Gambar 3. menggambarkan bagaimana lamanya waktu perendaman mempengaruhi efektivitas penghambatan untuk memperlambat laju korosi.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Efisiensi Inhibisi

Pada Gambar 3.4 mengilustrasikan bahwa dengan waktu perendaman yang lebih lama, akibatnya laju korosi baja ST-37 akan menurun, sehingga efisiensi inhibisi yang diperoleh akan meningkat. Menurut (Sari dkk, 2013), pemberian

inhibitor berpotensi menurunkan laju korosi dan menaikkan nilai inhibisi. Efektivitasnya menunjukkan seberapa besar hambatan yang dapat ditahannya. Konsentrasi inhibitor yang digunakan menentukan nilai efisiensi. Efisiensi yang dicapai meningkat seiring dengan nilai konsentrasi inhibitor yang digunakan. Namun, kemampuan inhibitor untuk mencegah korosi pada baja pada akhirnya akan hilang karena periode perendaman yang lama, yang mana dalam jangka waktu tersebut inhibitor akan hancur total oleh larutan.

Peningkatan konsentrasi inhibitor dalam ekstrak biji kopi Robusta juga dikaitkan dengan peningkatan efisiensi penghambatan. Inhibitor yang efektif dan menempel pada permukaan logam menjadi penyebabnya. Baja karbon di bagian ini telah mengembangkan senyawa kompleks yang disebut Fe-Tanat 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. Proses korosi akan diperlambat dengan kemampuan senyawa Fe-Tanat ini dalam menghalangi ion korosif bersentuhan langsung dengan baja (Sri Anjani dkk., 2023).

Hasil Analisa Efisiensi Inhibisi terbaik menggunakan ekstrak biji kopi robusta yang didapatkan dari penelitian ini adalah pada waktu perendaman 15 hari dengan konsentrasi 0,34 gr/ml yaitu sebesar 79,85%.

4. Simpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta melindungi baja karbon dan mengurangi laju korosi dari larutan asam klorida. Ekstrak biji kopi tanpa inhibitor menurunkan laju korosi pada plat baja ST-37 dalam media korosif HCl 0,5 N. Laju reaksi korosi pada plat baja ST-37 tanpa inhibitor lebih cepat daripada dengan inhibitor, pengaruh inhibitor ekstrak biji kopi robusta pada baja ST-37 dalam larutan asam klorida paling signifikan pada konsentrasi 0,34 gram per mililiter. Perendaman baja ST-37 dalam larutan asam klorida selama 15 hari menunjukkan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 79,85% dengan konsentrasi inhibitor 0,34 gr/ml.

Saran untuk penelitian lanjutan yaitu,, peneliti dapat menggunakan metode pengukuran laju korosi yang berbeda, seperti plating elektroless, atau uji kadar tanin untuk mengetahui kadar tanin yang lebih akurat.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Afandi, Yudha Kurniawan dkk. (2015). *Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating*. Jurnal Teknik ITS. 4(1), 1-5. DOI: [10.12962/j23373539.v4i1.8931](https://doi.org/10.12962/j23373539.v4i1.8931)
2. Andira, R., Zulnazri, Z., Bahri, S., Azhari, A., & Muarif, A. (2022). *Pemanfaatan Ekstrak Daun Rambutan Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Besi Dalam Media Air Payau*. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(3), 11-20. DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i3.6507>
3. ARIFIN, Pradhini Nur; PURNAWAN, Irfan. (2015). *Pengaruh waktu perendaman ekstrak kopi untuk menginhibisi korosi pada besi*. *Jurnal Konversi*, 4.1. DOI: <https://doi.org/10.24853/konversi.4.1.%25p>
4. 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. DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.5702>
5. Irianty, R. S., & Sembiring, M. P. (2012). *Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak Daun Gambir dengan pelarut Etanol-Air terhadap laju korosi besi pada air laut*. *Jurnal Riset Kimia*, 5(2), 165-165. DOI: <https://doi.org/10.25077/jrk.v5i2.218>
6. 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). DOI: <http://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk>
7. Maryanty, Yanty, et al. (2022). *"Pengaruh ekstrak kafein sebagai inhibitor laju korosi dan efisiensi inhibisi pada baja dalam larutan asam sulfat dan biosolar."* *Jurnal Rekayasa Proses*. DOI <https://doi.org/10.22146/jrekpros.71831>
8. 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. DOI: [10.17146/jsmi.2015.17.1.4199](https://doi.org/10.17146/jsmi.2015.17.1.4199)

9. Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). Uji kemampuan tanin daun ketapang sebagai inhibisi korosi pada baja mild steel dalam pipeline. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(1), 45-50
DOI: <http://dx.doi.org/10.36055/jip.v8i1.5601>
10. Samosir, D., & Oko, S. (2023). *Proteksi Korosi pada Baja API 5L dengan inhibitor Organik Daun Bawang Dayak (Eleuterme Americana Merr) Dalam Lingkungan HCl 0,5 M*. *Jurnal Teknik Kimia Vokasional*. (JIMSI), 3(1), 1– 7. <https://doi.org/10.46964/jimsi.v3i1.362>.
11. 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). DOI: <https://doi.org/10.25077/jfu.2.3.%25p.2013>
12. 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. DOI: <https://doi.org/10.24252/jft.v10i1.28548>