

EKSTRAK DAUN TEMBAKAU (*NICOTIANA TABACUM*) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI ALAMI BAJA KARBON

Micha Mahardika^{1*}, Ninik Triayu Susparini¹, Isna Lailatusholihah¹, Ilham Syahrial¹

¹Program Studi Kimia, Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon, Indonesia

*Email: micha.mahardika@gmail.com

Diterima: 1 April 2024. Disetujui: 1 Desember 2024. Dipublikasikan: 15 Desember 2024

Abstrak: Daun tembakau yang kaya akan senyawa tanin memiliki potensi yang baik sebagai inhibitor korosi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai laju korosi dan efisiensi ekstrak daun tembakau sebagai inhibitor pada kupon korosi dalam larutan asam sulfat. Daun tembakau yang sudah disiapkan diekstrak dengan metoda maserasi menggunakan pelarut etanol selama 5 hari untuk mendapatkan tanin dari daun tembakau. Kupon korosi berukuran 0,1 x 1,3 x 7,65 cm direndam dalam larutan media korosi H₂SO₄ 1 M dengan tambahan larutan ekstrak daun tembakau sebagai pembanding. Kandungan tanin yang terbesar terdapat pada ekstrak daun tembakau dengan pelarut etanol (1:6) dengan hasil rendemen yang didapat sebesar 31,35%. Nilai Laju korosi ekstrak daun tembakau sebesar 17,36 mm/Y pada konsentrasi paling tinggi yaitu 800 ppm dan efisiensi inhibisi ekstrak daun tembakau pada media korosif larutan H₂SO₄ 1M sebesar 89,82 % pada konsentrasi 800 ppm dengan waktu perendaman 5 hari.

Kata Kunci: daun tembakau, inhibitor, korosi, tanin

PENDAHULUAN

Korosi adalah berkurangnya kualitas suatu material. Korosi adalah menurunnya kualitas suatu material logam atau campuran logam sebagai akibat adanya interaksi dengan lingkungan yang terjadi berangsur-angsur. Peristiwa ini terjadi akibat adanya interaksi secara fisika, kimia, pengaruh makhluk hidup (mikroorganisme) atau gabungan ketiganya. Secara umum korosi pada logam terjadi karena adanya proses elektrokimia pada permukaan logam dan atau pada antarmuka logam/larutan. Oleh karena itu, reaksi korosi merupakan reaksi heterogen yang sering kali dikendalikan oleh proses difusi [1].

Salah satu penyebab korosi yakni pengaruh konsentrasi media korosi. Konsentrasi zat terlarut dalam suatu larutan menyebabkan meningkatnya jumlah ion bebas dalam larutan tersebut. Pada media air laut, ion klorida menjadi salah satu sumber masalah terhadap material yang mengalami korosi. Semakin banyak konsentrasi ion-ion klorida maka dapat mempercepat proses korosi yang terjadi di lingkungan laut. Inhibisi adalah cara yang paling umum untuk mengendalikan korosi dalam jaringan pipa produksi di lingkungan air. Inhibitor yang digunakan harus mampu mencegah dan menanggulangi korosi terlokalisasi dalam semua kasus yang mungkin terjadi [2].

Inhibitor korosi ialah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Menurut bahan dasarnya inhibitor dibagi menjadi 2 jenis yaitu inhibitor yang terbuat dari bahan sintesis dan alami. Inhibitor sintesis cukup efektif dalam menghambat laju korosi, walaupun bersifat toksik. Sedangkan inhibitor organik selain dapat menghambat laju korosi juga memiliki kelebihan yaitu bersifat non-toksik,

ekonomis, tersedia di alam, mudah diperbaharui dan tidak merusak lingkungan [3].

Beberapa bahan alam dapat diekstrak sebagai inhibitor korosi alami. Terdapat contoh bahan alam yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi alami yaitu jambu biji, daun teh, kacang kedelai, kopi, daun tembakau dll. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ekstrak bahan alam mengandung senyawa organik seperti tanin, alkaloid, pigment, saponin, karbohidrat dan asam amino yang dapat mengurangi laju korosi pada logam [4].

Tanin mempunyai kemampuan mengendapkan protein, karena tanin mengandung sejumlah kelompok ikatan fungsional yang kuat dengan molekul protein yang selanjutnya akan menghasilkan ikatan silang yang besar dan kompleks yaitu protein tanin [5].

Kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi alami pada baja karbon dalam larutan asam dan memiliki efektivitas sebesar 82,191% [6]. Ekstrak daun jambu biji pun dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor alami pada logam kuningan dan memiliki efektivitas sebesar 42,12% pada larutan CH₃COOH dan memiliki efektivitas sebesar 7,52% pada larutan HCl [7]. Ekstrak daun sukun efektif dalam menghambat laju korosi kawat ortodontik berbahan *stainless steel* dalam jangka waktu yang cukup lama [8]. Konsentrasi ekstrak daun pepaya dan waktu perendaman berpengaruh terhadap laju korosi baja karbon dalam larutan crude oil [9]. Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak (*Mild Steel*) [10]. Waktu perendaman dan konsentrasi ekstrak daun jambu biji berpengaruh terhadap laju korosi baja SS 304 dalam larutan garam dan asam sebagai inhibitor alami [11]. Selain itu, daun kaliandra juga dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi, dan mendapatkan efisiensi terbesar 99,73% pada konsentrasi inhibitor 20% [12].

Selain bahan-bahan alami tersebut, daun tembakau juga memiliki senyawa alkaloid yang dapat digunakan sebagai bahan inhibitor korosi alami. Ekstrak daun tembakau sebagai inhibitor korosi memiliki efisiensi sebesar 98,5 % dalam larutan NaOH [13]. Penambahan inhibitor ekstrak tembakau dengan konsentrasi 4 dan 8% mampu menurunkan rapat arus anodik dan katodik. Proses ini mengakibatkan laju korosi pada baja tulangan, dengan semakin tinggi konsentrasi inhibitor maka efisiensi inhibitor akan meningkat [14]. Daun tembakau yang telah diekstrak juga dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi pada pipa baja api dan memiliki nilai efisiensi sebesar 80,94% [15]. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin melakukan percobaan dengan menambahkan ekstrak daun tembakau sebagai inhibitor korosi untuk menentukan nilai laju korosinya serta efisiensi penambahan ekstrak daun tembakau tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik maserasi dengan larutan etanol 70% selama 5 hari untuk mendapatkan senyawa tanin dari daun tembakau. Kemudian filtrat dari hasil maserasi dicampurkan dengan larutan H₂SO₄ 1 M dan dibuat menjadi media korosi dengan konsentrasi 0, 200, 400, 600, dan 800 ppm.

Spesimen baja karbon dilakukan proses *pickling* terlebih dahulu, kemudian dibilas dengan air bersih. Spesimen baja karbon kemudian ditimbang untuk didapatkan berat awal baja karbon. Tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah uji korosi dengan cara *immersion test* yaitu merendam material dalam media korosi. *Immersion test* dilakukan selama 3 hari. Setelah uji selesai, spesimen baja karbon kemudian ditimbang kembali untuk didapatkan berat akhir spesimen. Tahapan selanjutnya adalah tahapan pendukung yaitu uji kualitatif dan uji kuantitatif dengan bantuan kikir.

1. Uji Kualitatif

Daun tembakau ditimbang sebanyak 20 g, ditambahkan aquades 300 mL ke dalam erlenmeyer dan dipanaskan hingga mendidih, setelah mendidih dидiamkan hingga dingin lalu disaring. Filtrat dipipet sebanyak 5 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambah pereaksi dengan FeCl₃ 10% 3 tetes.

2. Uji Kuantitatif

Daun tembakau ditimbang sebanyak 20 g, ditambahkan aquades 300 mL ke dalam erlenmeyer dan dipanaskan hingga mendidih, setelah mendidih dидiamkan hingga dingin lalu

disaring. Pada pembuatan T0, kikir ditimbang sebanyak 6 g dan aquades 80 mL dituangkan ke *beaker glass* lalu dikocok menggunakan stirer selama 60 menit, setelah itu disaring dan tuang ke cawan sebanyak 50 mL. Pada pembuatan T1 ekstrak saja dituang sebanyak 50 mL ke cawan. Pada pembuatan T2, kikir sebanyak 6 g ditimbang dan ekstrak 80 mL dituangkan ke *beaker glass* lalu dikocok menggunakan stirer selama 60 menit, setelah itu disaring dan tuang ke cawan sebanyak 50 mL. Lalu semua cawan dipanaskan menggunakan *water bath* hingga kandungan air menguap secara menyeluruh dan didapat berat masing – masing sampel.

$$kadar\ tanin = \frac{T_1 - (T_2 - T_0) \times 50}{W}$$

3. dengan

T0 = Berat Air + Kikir

T1 = Berat Ekstrak Saja

T2 = Berat Ekstrak + Kikir

W = Berat Sampel Kering

4. Laju Korosi

Siapkan material yang digunakan kemudian timbang berat material sebelum melakukan percobaan. Material direndam dalam media korosi tunggu dalam waktu 3 hari. Dihitung laju korosi dan efisiensinya.

Perhitungan Laju Korosi

$$mmpY = \frac{K \cdot W}{\rho \cdot A \cdot T}$$

dengan

K = Konstanta (8.75 · 10⁴)

ρ = Densitas (7.85 gr/cm³)

A = Luas Permukaan (cm²)

T = Waktu Perendaman (jam)

W= Berat Yang Hilang

$$\%efisiensi = \frac{Xa - Xb}{Xa} \times 100\%$$

Dengan:

Xa = Laju korosi tanpa penambahan inhibitor

Xb = Laju korosi Dengan penambahan inhibitor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan inhibitor korosi dari ekstrak daun tembakau. Berdasarkan hasil Analisa, ekstrak daun tembakau dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rendaman ekstrak daun tembakau.

Sampel	Berat (g)	Volumetanol (mL)	Berat ekstrak (g)	% rendemen ekstrak (b/b)
Daun temba-kau	250	1500	78,38	31,35

Kadar tanin didapatkan dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% selama 5 hari. Berdasarkan Tabel 1, setelah proses maserasi

dilakukan pemurnian menggunakan *rotary evaporator* sehingga didapat massa ekstrak kental sebanyak 78,38 g dengan demikian dapat dilakukan

perhitungan untuk mendapatkan konsentrasi simplisianya yaitu sebesar 31,35% (b/b).

1. Uji Kualitatif

Uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui keberadaan tanin dalam ekstrak daun tembakau. Ekstrak ditambah FeCl₃ akan memberikan warna biru kehitaman pada tanin terhidrolisis dan memberikan warna hijau kehitaman pada tanin

terkondensasi. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terbentuknya warna hijau kehitaman pada ekstrak setelah ditambahkan FeCl₃ karena tanin akan bereaksi dengan Fe³⁺ dan akan membentuk senyawa kompleks trisianoferitrikaliumFerri (III) [16].

Tabel 2. Uji Kualitatif adanya tanin pada daun tembakau

Pereaksi	Sebelum	Sesudah	Hasil	Jenis tanin
FeCl ₃			Berwarna hijau ke-hitaman	Tanin ter-konden-sasi

2. Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif ini menggunakan metode gravimetri dengan mereaksikan ekstrak daun tembakau dengan protein yang terdapat pada kikir. Adanya endapan menunjukkan tanin yang

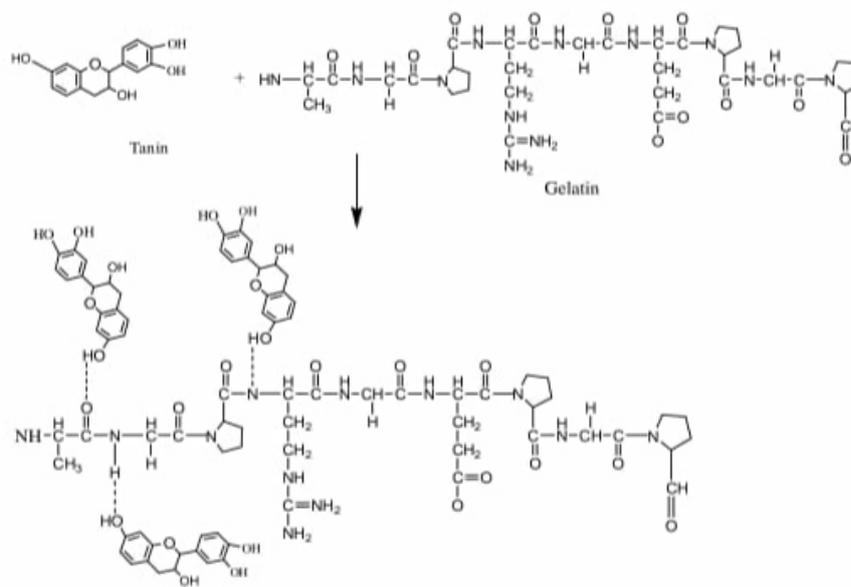
menggumpalkan protein dari kikir, karena tanin dapat bereaksi dengan protein membentuk kopolimer yang tak larut dalam air. Dari data pada Tabel 3 dapat dihitung kadar tanin yang terkandung dalam ekstrak daun tembakau.

Tabel 3. Hasil Uji Kuantitatif Ekstrak Daun Tembakau

Sampel	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Berat sampel (g)
Ekstrak saja (T1)	53,28	54,25	0,97
Ekstrak+kikir (T2)	38,13	39,16	1,03
Air+kikir (T0)	53,29	53,43	0,14

Kadar tanin yang ada pada sampel daun tembakau sebanyak 20 g dalam 300 mL aquades yaitu 1,998 %. Interaksi antara tanin dengan protein terdapat 2 bentuk ikatan yaitu: ikatan hidrogen, ikatan ion. Ikatan hidrogen dibentuk karena adanya gugus hidroksil dari tanin dengan gugus reaktif protein. Ikatan hidrogen merupakan bentuk ikatan yang paling banyak terjadi antara protein dengan tanin. Struktur

kimia kompleks ikatan hidrogen yang terbentuk antara tanin dengan protein tersaji pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa struktur senyawa tannin terdiri dari cincin benzena (C6) yang berikatan dengan gugus hidroksil (-OH). Ikatan ion ini terjadi karena tanin bertindak sebagai anion dan protein sebagai kationnya [17].



Gambar 1. Reaksi pengendapan protein oleh tanin

a. Pengaruh Konsentrasi Terhadap Laju Korosi

Perbedaan konsentrasi memberikan pengaruh pada nilai laju korosi. Hal ini dapat

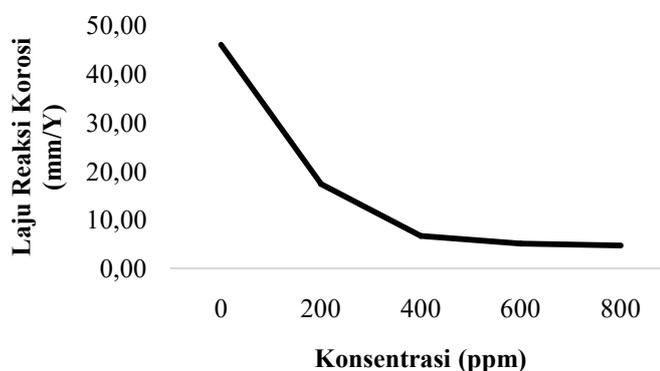
dilihat pada Tabel 4. Secara umum, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan sebagai inhibitor korosi, maka laju korosi menurun.

Tabel 4. Laju korosi rendemen ekstrak daun tembakau

Konsentrasi (ppm)	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Berat yang hilang (g)	Laju korosi (mm/Y)
0	11.34	5.05	6.29	46.08
200	11.38	9.01	2.37	17.36
400	10.83	9.92	0.91	6.67
600	11.29	10.60	0.69	5.06
800	11.29	10.65	0.64	4.69

Nilai laju korosi setiap konsentrasi inhibitor yang digunakan dapat dilihat bahwa

grafik cenderung menurun pada perbedaan konsentrasi yang digunakan.



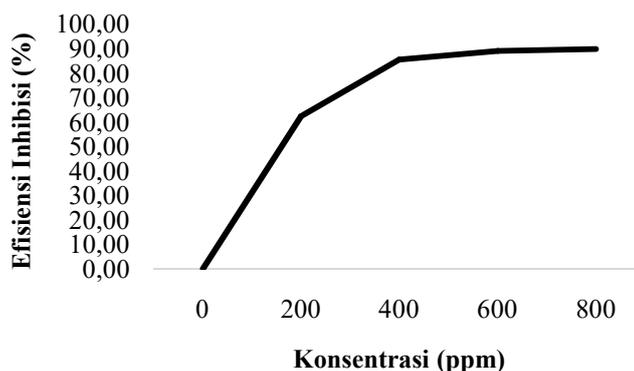
Gambar 2. Laju korosi ekstrak daun tembakau

Berdasarkan penelitian inhibitor daun tembakau ini dapat mempertahankan lapisan pasivasi yang terbentuk sebagai pelapis yang berfungsi mencegah proses korosi. Setelah dilakukan perhitungan pada konsentrasi 800 ppm menghasilkan nilai laju korosi yang paling rendah sebesar 4.69 mm/Y, sedangkan pada konsentrasi 200 ppm menghasilkan nilai laju korosi yang paling tinggi sebesar 17.36 mm/Y. Semakin banyaknya konsentrasi inhibitor yang dimasukkan kedalam media korosi larutan asam sulfat maka laju korosinya semakin rendah, karna

senyawa tanin dalam ekstrak dalam ekstrak dapat membentuk senyawa kompleks dengan Fe (III) di permukaan baja [18]. Senyawa kompleks ini menghalangi serangan ion korosif pada permukaan baja berupa lapisan pasivasi yang sangat tipis pada permukaan baja.

b. Pengaruh Konsentrasi Terhadap Efisiensi Inhibisi

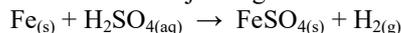
Efisiensi penggunaan ekstrak daun tembakau sebagai inhibitor dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi inhibisi ekstrak daun tembakau

Pada gambar 3 dapat dilihat nilai efisiensi untuk setiap konsentrasi inhibitor yang digunakan. Grafik yang didapat cenderung naik pada perbedaan konsentrasi yang digunakan. Nilai efisiensi yang paling besar didapat pada konsentrasi inhibitor 800 ppm dengan nilai 89,82 % dan nilai paling rendah didapat pada konsentrasi inhibitor 200 ppm dengan nilai 62,33 %. Semakin besar nilai efisiensi, maka semakin besar pula menghambat laju reaksi korosi. Reaksi yang terjadi :

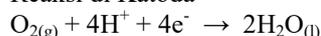
Reaksi antara baja dengan media korosif



Reaksi di Anoda



Reaksi di Katoda



FeSO_4 inilah yang disebut karat atau *rust*. Dari reaksi terlihat bahwa korosi melibatkan adanya H_2SO_4 , sehingga karat yang dihasilkan berwarna merah dan abu-abu sedangkan gelembung gas yang timbul dipermukaan *mild steel* adalah gas H_2 . Korosi pada besi ternyata dapat dipercepat oleh beberapa faktor, seperti tingkat keasaman, kontak dengan elektrolit, serta keadaan logam itu sendiri (kerapatan atau kasar halus nya permukaan [19]).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini ekstrak daun tembakau dengan konsentrasi 800 ppm dapat menghasilkan laju korosi sebesar 4,69 mm/Y, hal ini lebih rendah dibandingkan dengan laju korosi tanpa penambahan inhibitor didapat hasil laju reaksi korosi tanpa penambahan inhibitor sebesar 46,08 mm/Y. Dengan adanya penambahan ekstrak daun tembakau dapat mempertahankan lapisan pasivasi yang terbentuk sebagai pelapis yang berfungsi mencegah proses korosi. Nilai efisiensi inhibitor terbesar terjadi pada konsentrasi 800 ppm yaitu sebesar 89.82 %. Sementara itu nilai efisiensi terkecil terjadi pada konsentrasi 200 ppm yaitu sebesar 62.33 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudiarti, T., Anriyani N., & Supriadin A. (2018). Potensi Ekstrak Kulit Buah Manggis Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Larutan NaCl 1% Jenuh. *al-Kimiya*. 5(2), 78-83. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3837>
- [2] Ngatin, A., Wulandari, A.F., Saffanah, A. D., Setyaningrum, S., & Suminar, D. R. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Baja Paduan dalam Medium Larutan NaCl 3,56% (b/v). *fluida*. 15(2), 113-120. <https://doi.org/10.35313/fluida.v15i2.3923>
- [3] Yanuar, A.P., Pratikno, H., & Titah, H.S. (2016). Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan. *Jurnal Teknik ITS*. 5(2),297-302. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18938>
- [4] Dewi, S.S., Fikroh, R.A., Mukoningah, F. (2022). Potensi Ekstrak Daun Jambu Biji Sebagai Alternatif Inhibitor Korosi Besi untuk Pembelajaran Kimia Kontekstual. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*. 6(3). 257-272. <http://dx.doi.org/10.24815/jipi.v6i3.26001>
- [5] Wahid, R.A. (2020). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Tanin Ekstrak Kulit Buah Delima Putih (*Punica GranatumL.*) Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*. 3(2). 11-21. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v3i2.538>
- [6] Pardede. S. U., Komalasari, K., & Zultiniar.Z. (2019). Ekstrak Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) Sebagai *Green Corrosion Inhibitor* pada Baja Karbon Rendah dalam Larutan HCl 0.5 dan 1 M. *Jon FTEKNIK*. 6(1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.33795/distilat.v10i3.5407>
- [7] Anugrahita, A.D., Infantono, A., & Ore, M.S.L. (2021). Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) Terhadap Laju Korosi Selongsong Amunisi Kaliber 7.62 mm Dalam Media CH_3COOH dan HCl. *Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (323-332)*. Yogyakarta, Indonesia: Akademi Angkatan Udara. <http://dx.doi.org/10.54706/senastindo.v3.2021.151>
- [8] Febriani, M., & Fachrudin, I. (2019). Ekstrak Daun Sukun Sebagai Inhibitor Alami Penghambat Korosi Pada Kawat *Stainless Steel*. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi FKG UPDM*. 15(2), 61-66. <http://dx.doi.org/10.32509/jitekgi.v15i2.960>
- [9] Taqwa, M. L., Irwan., Pardi. (2022). Penggunaan Ekstrak Daun Pepaya Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon dalam Lingkungan Crude Oil. *Jurnal Teknologi*. 21(1). <http://dx.doi.org/10.30811/teknologi.v21i1.2193>
- [10] Pramudita, M., Juliansyah, H., & Rizki, M. A. (2014). Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana L*) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak (*Mild Steel*) Dalam Larutan H_2SO_4 1 M. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10 (1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v10i1.6629>
- [11] Akbar, S. A. (2019). Potensi Metabolit Sekunder Buah Jambu Biji (*Psidium guajava*) sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan pada Besi. *Chemical Engineering Resesarch Articles*. 2(1), 1-9.

- <https://dx.doi.org/10.25273/cheesa.v2i1.4014>
- [12] Jufri, M., Surya, I., Saifullah, A., Suwarsono, S., Hendaryati, R. H., & Sudarman, S. (2022). Ekstrak Daun Kaliandra Sebagai Inhibitor Alami Laju Korosi ST-37. ROTOR: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 15(1), 32-36. <https://dx.doi.org/10.19184/rotor.v15i1.30581>
- [13] Tama, C. F., Anindita, F., Asyari, R. A. A., Rizal, M., & Sihombing, R. P. (2022). Inhibitor Korosi dari Ekstraksi Daun Tembakau dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) pada Berbagai Lingkungan. Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) (10-15). Yogyakarta, Indonesia: Institut Sains dan Teknologi AKPRIND. <http://dx.doi.org/10.34151/prosidingsnast.v8i1.4146>
- [14] Barmawi, N., Sultan, M.A., & Abbas, M.Y.H. (2021). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun tembakau Sebagai Inhibitor Pada Tulangan Beton Bertulang. Rekayasa Sipil. 15 (1), 16-21. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.01.3>
- [15] Ahmadi, R. N., Oediyani, S., & Priyotomo, G. (2017). Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Tembakau Terhadap Laju Korosi Internal Pipa Api 5L X-52 Pada *Artificial Brine Water* dengan Injeksi Gas CO₂. Jurnal Metalurgi. 31(3), 150-156. <http://dx.doi.org/10.14203/metalurgi.v31i3.164>
- [16] Halimu, R.B., Sulitijowati, R.S., & Mile, L. (2017). Identifikasi Kandungan Tanin pada *Sonneritia Alba*. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 5(4), 93-97. <https://doi.org/10.37905/v5i4.5291>
- [17] Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin) Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA. 18 (1), 19-29. <http://dx.doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3>
- [18] Putri, R. J., Ridwan, B.A., Wardarini, U., & Pawannei, S. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Anti Hiperurisemia Ekstrak Etanol Daun Maja (*Aegle marmelos* L.). Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia. 7 (2), 207-222. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v7i2.89>
- [19] Noor, T., Sulistijono., Mahiri, A., Pambudi, M. R. (2016). Perancangan Proteksi Arus Paksa Pada Pipa Baja Api 5L dengan Coating dan Tanpa Coating di Dalam Tanah. Seminar Nasional Fisika. Prosiding. <https://doi.org/10.21009/0305020119>