

PENGGUNAAN EKSTRAK METANOL DAUN KALIANDRA (*Calliandra calothyrsus* M.) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA MEDIA HCl

M. S Batu*, R. E. Y. Adu, dan M. De Fretes

*Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor,
Kefamenanu, Nusa Tenggara Timur, Indonesia*
*Email: steve_b79@unimor.ac.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai penggunaan ekstrak metanol daun kaliandra sebagai inhibitor korosi logam besi telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun kaliandra (*Calliandra calothyrsus* M.) dan kondisi optimum pada variasi waktu perendaman, konsentrasi dan suhu pada proses inhibisi logam besi dalam media HCl. Ekstrak daun kaliandra diperoleh melalui ekstraksi maserasi dengan pelarut metanol. Uji inhibisi korosi dilakukan menggunakan metode pengurangan berat dengan variasi waktu perendaman, konsentrasi ekstrak daun kaliandra, dan suhu untuk mengetahui laju korosi per tahun dan % efisiensi inhibisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun kaliandra mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Kondisi optimum untuk proses inhibisi logam besi pada media korosif HCl dengan ekstrak daun kaliandra diperoleh pada waktu peredaman 6 hari dengan efisiensi inhibisi dan nilai laju korosi sebesar 86,49% dan 0,00119 mm/tahun, serta pada konsentrasi 13.000 ppm dan suhu 26°C dengan efisiensi inhibisi dan nilai laju korosi sebesar 91,60 % dan 0,00073 mm/tahun. Pada perendaman menggunakan variasi suhu, semakin tinggi suhu yang digunakan maka efisiensi inhibisinya semakin menurun dan laju korosinya semakin meningkat sehingga logam besi mengalami korosi lebih cepat.

Kata kunci: Besi, Korosi, Ekstrak Metanol, Inhibitor, Daun Kaliandra.

ABSTRACT

In this research, the use of methanol extract from calliandra leaves as an iron metal corrosion inhibitor has been conducted. The purpose of this study was to determine the type of secondary metabolite compounds contained in the extract of calliandra leaves (*Calliandra calothyrsus* M.) and to determine the optimum conditions at variations (immersion time, concentration, and temperature) in the process of iron metal inhibition using calliandra leaf extract in the HCl corrosion media. The calliandra leaves were extracted using the maceration method with a methanol solvent. The corrosion inhibition test was carried out using the weight loss method with variations in soaking time, the concentration of calliandra leaf extract, and temperature to determine the optimum corrosion rate per year and inhibition efficiency. The results showed that the methanol extract of calliandra leaves contained secondary metabolite compounds of alkaloids, flavonoids, tannins, and saponins. The optimum conditions for the inhibition process of iron metal in HCl corrosive media with calliandra leaf extract were at the soaking time of 6 days with the inhibition efficiency and corrosion rate of 86.49% and 0.00119 mm/year, and the concentration of 13,000 ppm and temperature of 26°C with the inhibition efficiency and corrosion rate of 91.60% and 0.00073 mm/year. In immersion using temperature variation, the higher the temperature used, the lower the inhibition efficiency and the higher the corrosion rate obtained so that the iron metal corroded faster.

Keywords: Iron, Corrosion, methanol extract, Inhibitor, Calliandra Leaf.

PENDAHULUAN

Korosi adalah suatu keadaan dimana material mengalami kerusakan atau penurunan kualitas terhadap fungsinya akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Abi *et al.*, 2021). Korosi terbagi atas dua macam yakni korosi kering dan basah. Korosi kering terjadi apabila logam mengalami interaksi secara

langsung dengan gas oksigen yang menyebabkan terbentuknya lapisan oksida pada logam yang disebut dengan “*Theory of Wagner*” sementara itu terjadinya korosi basah disebabkan oleh logam yang dikenai oleh media cair. Pada proses ini, terjadi reaksi redoks (reduksi-oksidasi) dimana salah satu bagian akan berperan sebagai anoda (proses oksidasi), sementara bagian yang lainnya berperan

sebagai katoda (proses reduksi) (Hidayatullah *et al.*, 2020). Korosi biasanya terjadi pada hampir semua jenis logam yang digunakan untuk keperluan sehari-hari, salah satunya adalah logam besi.

Besi adalah logam yang biasanya dipakai untuk diaplikasikan pada rumah tangga dan bidang perindustrian. Karena mineralnya tersebar luas dan mudah diolah, unsur dengan nomor atom 26 ini adalah logam yang paling hemat biaya. Namun logam ini dapat mengalami korosi apabila berinteraksi dengan lingkungan (Mulyati, 2019). Korosi yang terjadi pada logam merupakan hal yang tidak dapat dihentikan dan hanya dapat diperlambat lajunya sehingga tidak dapat merusak material yang digunakan (Rochmat *et al.*, 2019). Untuk memperlambat terjadinya korosi pada logam besi, telah banyak dilakukan upaya antara lain pelapisan pada permukaan logam (*coating*), perlindungan katodik dan penambahan inhibitor korosi (Utomo, 2015). Salah satu metode yang sering digunakan dalam pengendalian korosi adalah penambahan inhibitor (Haryono *et al.*, 2010).

Inhibitor korosi merupakan zat yang, jika dimasukkan dalam jumlah kecil pada medium korosif, memiliki kemampuan untuk menghentikan proses korosi logam di lingkungannya (Batu *et al.*, 2022). Inhibitor yang berasal dari senyawa anorganik memiliki gugus dengan pasangan elektron bebas seperti nitrit, kromat, fosfat, silikat, borat, dikromat tungstat dan arsenat memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu diperlukan inhibitor yang aman, *biodegradable*, dan terjangkau serta murah (Saputra and Ngatin, 2019). Inhibitor organik merupakan inhibitor yang berasal dari bahan alam yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga dapat berinteraksi dengan logam membentuk senyawa kompleks dan mengandung atom-atom seperti atom N, O, P dan atom-atom lainnya. Inhibitor ini biasanya digunakan untuk mencegah korosi dengan cara memperlambat prosesnya karena murah, aman, ramah lingkungan dan mudah digunakan (Abi *et al.*, 2023).

Berbagai penelitian telah dilaporkan mengenai ekstrak bahan alam yang digunakan sebagai inhibitor korosi untuk mengurangi laju korosi pada logam diantaranya Tambun *et al.* (2015) menggunakan ekstrak inhibitor daun jambu biji untuk menghambat laju korosi pada logam besi dalam larutan media korosif HCl 2N

dengan variasi waktu perendaman 0, 3, 6, 9, dan 12 hari dan variasi konsentrasi 1, 3, 5, 7 dan 9 gram/liter menghasilkan efisiensi inhibisi di atas 90% dengan waktu perendaman optimum 12 hari pada konsentrasi 9 gram/liter. Selanjutnya penggunaan inhibitor korosi dari ekstrak biji feun kase (*Thevetia peruviana*) untuk menghambat laju korosi logam seng dalam media HCl diperoleh efisiensi inhibisi 82,70% dalam konsentrasi inhibitor 30 ppm dengan nilai laju korosi yaitu 5,80 mm/tahun pada suhu 26°C sedangkan pada suhu 30°C sebesar 75,84% dengan laju korosi 7,28 mm/tahun (Batu *et al.*, 2022). Selain itu penggunaan ekstrak inhibitor korosi dari daun rambutan yang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid dan tanin diperoleh laju korosi dan efisiensi inhibisi sebesar 2,85 mm/tahun dan 81,06% dalam media air payau (Andira *et al.*, 2022).

Tanaman kaliandra (*Calliandra calothyrsus* M.) adalah salah satu jenis tanaman perdu berasal dari Amerika Tengah dan Selatan yang dapat tumbuh dengan cepat sehingga banyak ditanam di negara-negara tropis lainnya. Di Indonesia, tanaman kaliandra berasal dari Guatemala dan tersebar di berbagai daerah Sumatra, Jawa dan termasuk Nusa Tenggara Timur (Hendrati and Hidayati, 2014). Tanaman kaliandra adalah jenis tanaman yang memiliki macam-macam kegunaan; mudah ditanam, tumbuh cepat, dan tumbuh kembali setelah dipangkas berulang kali. Tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai pupuk hijau, kayu bakar, reklamasi dan konservasi lahan, tanaman pelindung, pakan lebah, dan pakan ternak hijau berkualitas tinggi pada beberapa wilayah di Indonesia (Herdiawan *et al.*, 2014). Uji fitokimia yang dilakukan menunjukkan bahwa daun kaliandra (*Calliandra calothyrsus* M.) mengandung senyawa aktif yaitu, alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, dan triterpenoid (Dwitiyanti *et al.*, 2021).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Jufri *et al.* (2022) tentang penggunaan ekstrak etanol daun kaliandra sebagai inhibitor korosi dapat menghambat laju korosi baja ST-37 dalam media korosif air laut, HCl, dan H₂SO₄. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode pengurangan berat (*weight loss*) dengan variasi konsentrasi ekstrak inhibitor sebesar 5%, 10% dan 20%. Efisiensi inhibisi tertinggi untuk ketiga media terdapat pada konsentrasi inhibitor sebesar 20% yaitu: 97,32%, 99,73% dan 98,14%.

Berdasarkan latar belakang di atas, pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui efisiensi inhibisi ekstrak metanol daun kaliandra (*Calliandra calothyrsus* M.) dalam menghambat laju korosi logam besi pada media HCl dan pengaruh waktu perendaman, konsentrasi inhibitor dan suhu terhadap laju korosi.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah daun kaliandra dari Desa Oesene, Kabupaten TTU, NTT, plat besi dengan ketebalan 0,5 cm, asam klorida pekat 37% (*Merck*), metanol p.a (*Merck*), aquades, aseton 100% (*Merck*), kertas saring, kertas amplas, tali senar, aluminium foil dan tisu.

Peralatan

Peralatan yang dipakai untuk penelitian ini adalah berbagai perangkat alat gelas merek *pirex*, neraca analitik, blender, batang pengaduk, gunting, oven, termometer, shaker, statif, klem, ayakan 80 mess, spatula besi, *hot plate*, *rotary evaporator* dan instrumen *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* Thermo Scientific Nicolet iS10.

Cara Kerja

Preparasi Logam Besi

Sampel besi dipotong dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 0,5 cm, diampas menggunakan kertas amplas lalu sampel dicuci menggunakan air bersih. Sampel plat besi dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C agar tidak mengandung air. Setelah plat besi kering dilakukan penimbangan awal menggunakan neraca analitik.

Pembuatan Ekstrak Daun Kaliandra

Sebanyak 5 kg daun kaliandra segar dibersihkan dari kotoran, dicuci dengan air bersih, dikeringkan pada suhu ruang selanjutnya dilakukan pengeringan di oven pada suhu 45°C. Kemudian daun kaliandra kering dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80 mess sehingga diperoleh serbuk daun kaliandra. Serbuk kaliandra sebanyak 500 g diambil kemudian dilanjutkan dengan proses maserasi menggunakan pelarut metanol sebanyak 1,5 L (1:3 b/v) selama 5 hari sambil diaduk menggunakan *shaker* kemudian

disaring. Hasil filtrat diuapkan dengan kecepatan 300 rpm menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 45°C hingga didapatkan ekstrak daun kaliandra yang pekat, kemudian dilakukan analisis fitokimia dan gugus fungsi menggunakan instrumen FTIR.

Pengujian Efisiensi Inhibisi Menggunakan Metode Kehilangan Berat

Variasi Waktu Perendaman

Perendaman besi dilakukan pada larutan HCl 1 M tanpa penambahan dan dengan penambahan inhibitor. Plat besi direndam dalam botol kaca yang berisi 125 mL larutan HCl 1 M (tanpa inhibitor) dan pada inhibitor dengan konsentrasi 9.000 ppm. Proses perendaman dilakukan dengan variasi waktu perendaman selama 3; 6; 9; 12 dan 15 hari pada larutan HCl tanpa dan dengan penambahan inhibitor serta prosesnya dilakukan duplo.

Variasi Konsentrasi Inhibitor

Perendaman besi pada media korosif HCl 1 M menggunakan variasi konsentrasi inhibitor 5.000; 7.000; 9.000; 11.000; dan 13.000 ppm yang dibuat dengan cara ekstrak daun kaliandra dimasukan sebanyak 5, 7, 9, 11 dan 13 gr ke dalam labu ukur 1 L dan tambahkan larutan HCl 1 M sampai tanda batas kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya plat besi direndam dalam botol kaca berisi 125 mL HCl 1 M yang telah tambahkan inhibitor ekstrak pekat daun kaliandra berbagai konsentasi dan perendaman dilakukan menggunakan waktu perendaman optimum serta prosesnya dilakukan duplo.

Variasi Suhu

Perendaman besi didalam larutan media korosif HCl 1 M pada variasi suhu dengan tambahan inhibitor dan tanpa inhibitor. Untuk perendaman plat besi pada variasi suhu 26; 30; 35; 40; 45 dan 50°C. Plat besi dimasukkan ke dalam masing-masing botol kaca yang berisi 125 mL HCl 1 M selama 4 jam dalam *water batch* dan dilakukan pada media korosi tanpa dan dengan penambahan inhibitor pada konsentrasi optimum serta prosesnya dilakukan duplo.

Analisis Data

Perhitungan nilai laju korosi digunakan Persamaan 1 berikut.

$$CR = \frac{K.W}{A.T.D} \quad (1)$$

Dimana Cr merupakan laju korosi, K merupakan Konstanta, W merupakan berat yang hilang, A merupakan luas permukaan spesimen, T merupakan waktu perendaman dan D merupakan densitas besi.

Perhitungan efisiensi inhibisi dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.

$$\%EI = \frac{W_o - W_i}{W_o} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana EI adalah efisiensi inhibisi (%), W_o adalah berat masa yang hilang tanpa inhibitor (gram) dan W_i berat masa yang hilang dengan inhibitor (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi Daun Kaliandra

Ekstraksi daun kaliandra dilakukan melalui beberapa tahap yaitu proses pengeringan daun kaliandra di dalam oven pada suhu 45°C yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air dari daun kaliandra dan menjaga senyawa metabolik sekunder yang ada pada daun kaliandra tidak rusak (Setyawati *et al.*, 2019). Proses ekstraksi daun kaliandra (*Caliandra calytohirsus* M.) menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol optimum dilakukan selama 5 hari sambil diaduk menggunakan *shaker*. Proses ini bertujuan agar mendapatkan hasil ekstrak yang maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Batu *et al.* (2022) bahwa hasil ekstraksi suatu sampel dapat berlangsung sempurna selama 5 hari sambil diaduk dengan *shaker* pada kecepatan 300 rpm. Selain itu, penggunaan metanol sebagai pelarut dikarenakan metanol merupakan pelarut yang bersifat universal sehingga dapat mengikat senyawa yang bersifat polar dan non polar yang terkandung dalam tanaman (Verdiana *et al.*, 2018).

Hasil ekstraksi daun kaliandra dapat dilihat pada **Gambar 1**. Dari hasil penelitian, diperoleh rendemen dari ekstrak daun kaliandra menggunakan metode maserasi sebesar 25,702%.



Gambar 1. Hasil Ekstrak Daun Kaliandra

Hasil Analisis Fitokimia Ekstrak Daun Kaliandra

Analisis fitokimia ekstrak daun kaliandra bertujuan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman tersebut. Analisa fitokimia ekstrak daun kaliandra dapat dilihat secara kualitatif seperti perubahan warna, terbentuknya endapan dan buih. Hasil analisis fitokimia ekstrak daun kaliandra yang ditunjukkan pada Tabel 1, memperlihatkan bahwa ekstrak metanol daun kaliandra positif memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut bersifat heteroatom, memiliki pasangan elektron bebas dan memiliki ikatan rangkap yang aktif sehingga dapat menutupi permukaan logam (Shafira *et al.*, 2022). Oleh karena itu, ekstrak daun kaliandra bisa dijadikan sebagai inhibitor korosi untuk menghambat terjadinya laju korosi besi dalam media HCl.

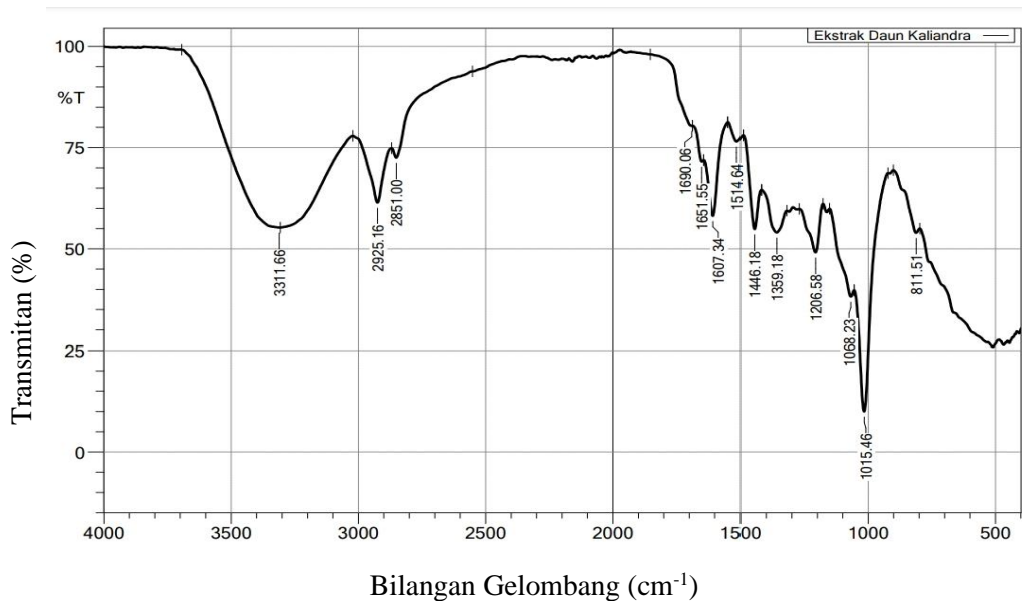
Hasil Analisis Gugus Fungsi Menggunakan Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Analisis gugus fungsi terhadap ekstrak daun kaliandra menggunakan FTIR bertujuan untuk mengkonfirmasi hasil uji fitokimia yang menunjukkan adanya kandungan golongan senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun kaliandra yang bisa digunakan sebagai inhibitor korosi. Hasil tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Fitokimia Ekstrak Daun Kaliandra (*Calliandra calytohirsus M.*)

Senyawa	Pereaksi	Warna Teoritis (Juanda dkk., 2023)	Hasil Uji	Ket
Flavonoid	Logam Mg, HCl	Merah Atau Oranye	Kemerahan	+
Alkaloid	Mayer	Endapan Putih/Keruh	Keruh	+
	Wagner	Endapan Coklat	Endapancoklat	
	Dragendrof	Endapan Coklat	Endapan Jingga	
Tanin	FeCl ₃	Hijau	Kemerahan	+
		Kehitaman/Biru		
		Kehitaman		
Fitosterol	Lieberman Bouchard	Merah/Biru	Hijau	-
Saponin	Aquades	Terbentuk Busa/Buih	Terbentuk Busa/Buih	+

Keterangan: (+) Terdeteksi ada golongan senyawa, (-) Tidak terdeteksi ada golongan senyawa.



Gambar 2. Spektra FTIR Ekstrak Daun Kaliandra (*Calliandra calytohirsus M.*)

Tabel 2. Hasil Analisis Gugus Fungsi Ekstrak Daun Kaliandra

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Golongan Senyawa
3311,66	O-H	F, A, T, S
2925,16	C-H	F, A, T, S
1651,55	C=N	A
1607,34	C=O	F, A, T, S
1514,64	C=C	F, T
1015,46	C-O	S, F, T

Keterangan : (F =Flavonoid, A= Alkaloid, T= Tanin,S= Saponin).

Berdasarkan hasil data pada Gambar 2 dan Tabel 2, menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa metabolit sekunder hasil uji fitokimia ekstrak daun kaliandra yaitu gugus fungsi -OH, C-H, dan gugus fungsi C=O, yang menandakan adanya senyawa golongan flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin (Mahmiah *et al.*, 2023). Gugus fungsi C-O menunjukkan bahwa adanya senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid, saponin dan tanin (Sahribulan and Pagarra, 2022), gugus fungsi C=N menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder alkaloid (Batu *et al.*, 2022) dan gugus fungsi C=C menunjukkan bahwa terdapat senyawa metabolit sekunder golongan flavonoid dan Tanin (Puspitasari *et al.*, 2021). Menurut Gusti *et al.* (2017) senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa heteratom yang mempunyai ikatan rangkap dan pasangan elektron bebas yang dapat digunakan dalam inhibitor korosi. Berdasarkan hasil analisis tersebut, ekstrak daun kaliandra memiliki potensi untuk memperlambat laju korosi besi pada media korosif HCl.

Penentuan Efisiensi Inhibisi dan Laju Korosi Besi pada Media HCl

Variasi Waktu Perendaman

Laju korosi dan efisiensi inhibisi pada umumnya dapat diukur menggunakan metode pengurangan berat setelah proses perendaman. Hasil pengujian variasi waktu perendaman ekstrak daun kaliandra terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi per tahun logam pada media HCl 1 M dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai laju korosi logam besi lebih kecil pada saat penambahan inhibitor daripada tanpa penambahan inhibitor. Hal ini disebabkan karena adanya lapisan pasif dari ekstrak daun kaliandra yang terbentuk dan menempel pada logam besi sehingga dapat menghambat terjadinya peningkatan laju korosi (Batu *et al.*, 2022). Nilai laju korosi tanpa inhibitor mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu perendaman. Hal ini dikarenakan larutan HCl bersifat sangat korosif sehingga mengakibatkan kehilangan berat spesimen besi tanpa inhibitor semakin meningkat seiring bertambahnya waktu perendaman. Sesuai yang dilaporkan oleh Sunarti *et al.* (2020), adanya ion H⁺ dalam media korosif (HCl) mengakibatkan media korosif tersebut menyerang logam secara

agresif. Dari hasil pengamatan uji korosi terlihat bahwa gas H₂ yang terbentuk saat proses perendaman besi pada media HCl lebih banyak pada saat tanpa penambahan inhibitor daripada saat penambahan inhibitor, yang ditandai dengan adanya banyaknya gelembung yang terbentuk.

Pada waktu perendaman hari ke-6 terjadi penurunan nilai laju korosi dan efisiensi inhibisinya semakin tinggi. Namun pada hari ke-15 nilai laju korosinya semakin tinggi dan efisiensi inhibisinya semakin rendah. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat pelapisan permukaan logam yang sudah mencapai titik jenuh dan mengakibatkan molekul inhibitor tidak melekat secara sempurna sehingga mudah terlepas dari permukaan logam dan menyebabkan laju korosi semakin meningkat (Batu *et al.*, 2022). Selain itu, peningkatan laju korosi juga dipengaruhi oleh kondisi wadah atau tempat pengujian yang terang dan terbuka, dimana menyebabkan oksigen akan bereaksi dengan inhibitor sehingga mempercepat terjadinya degradasi inhibitor (Pramudita *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman semakin tinggi laju korosi pada logam besi dan apabila ditambahkan dengan inhibitor dari ekstrak daun kaliandra, maka akan terjadi penurunan nilai laju korosi. Pada penelitian ini nilai laju korosi terendah yang diperoleh yaitu sebesar 0,00119 mm/tahun dengan efisiensi inhibisi 86,49% pada waktu perendaman selama 6 hari.

Variasi Konsentrasi Ekstrak Inhibitor Daun Kaliandra

Pengaruh konsentrasi ekstrak inhibitor daun kaliandra terhadap efisiensi inhibisi laju korosi logam besi dalam media korosif HCl dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil data pada Tabel 4, menunjukkan bahwa nilai laju korosi pada konsentrasi 0-13.000 ppm semakin menurun dan efisiensi inhibisi semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor. Hal ini terjadi karena sisi aktif yang dimiliki oleh ekstrak daun kaliandra semakin banyak dan membuat lapisan tipis yang dapat melindungi permukaan logam sehingga saat berinteraksi dengan media korosif HCl dapat melindungi permukaan logam (Batu *et al.*, 2022). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Tambun *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi inhibitor ekstrak maka nilai laju korosi besi

pada media korosif HCl semakin rendah. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh konsentrasi optimum dari ekstrak daun kaliandra yaitu

13000 ppm dengan efisiensi inhibisi yaitu 91,60% dan nilai laju korosi sebesar 0,00073 mm/tahun.

Tabel 3. Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi pada Variasi Waktu Perendaman

Waktu Perendaman (hari)	Laju Korosi (mm/tahun)		Efisiensi Inhibisi (%)
	Tanpa Inhibitor	Dengan Inhibitor	
3	0,00843	0,00154	81,67
6	0,00882	0,00119	86,49
9	0,00892	0,00130	85,33
12	0,00899	0,00141	84,25
14	0,00903	0,00153	83,05

Tabel 4. Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi pada Variasi Konsentrasi Ekstrak

Konsentrasi Ekstrak (ppm)	Laju Korosi (mm/tahun)	Efisiensi Inhibisi (%)
0	0,00882	0,00
5000	0,00154	82,48
7000	0,00134	84,67
9000	0,00118	86,49
11000	0,00093	89,41
13000	0,00073	91,60

Variasi Suhu

Pengujian laju korosi dan efisiensi inhibisi pada logam besi dilakukan pada suhu yang berbeda adalah untuk melihat stabilitas dari ekstrak daun kaliandra pada suhu yang lebih tinggi. Hasil pengujiannya laju korosi dan efisiensi inhibisi ditunjukkan dalam Tabel 5. Berdasarkan hasil data Tabel 5, dapat dijelaskan bahwa nilai efisiensi inhibisi dalam media HCl pada saat penambahan inhibitor ekstrak daun kaliandra dalam suhu yang lebih tinggi menyebabkan terjadinya penurunan daya inhibisi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Batu *et al.* (2022) bahwa kemampuan inhibitor korosi akan menurun apabila suhu dinaikkan. Penyebabnya karena adanya zat korosif pada permukaan logam dan persaingan antara difusi (perpindahan) molekul inhibitor saat korosi terjadi pada suhu tinggi. Permukaan logam akan diserang pada saat terjadi peningkatan suhu oleh zat korosif dengan ukuran molekul lebih kecil yang bergerak lebih cepat (Abi *et al.*, 2023). Menurut Khaleel *et al.* (2018), proses aktivasi laju difusi reaktan

dipengaruhi oleh perubahan suhu. Apabila terjadi peningkatan suhu, maka pori-pori permukaan logam akan menjadi lebih besar dan ionisasi larutan asam akan terjadi lebih cepat. Keadaan ini dapat meningkatkan laju korosi logam karena molekul asam dan oksigen berdifusi lebih cepat pada permukaan logam. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak inhibitor daun kaliandra mampu menghambat laju korosi besi meskipun pada semua variasi suhu yang digunakan tidak seefektif pada suhu ruang. Dari hasil uji efisiensi inhibisi dan laju korosi menunjukkan bahwa laju korosi tanpa inhibitor lebih tinggi dibandingkan dengan inhibitor. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada suhu tinggi dapat menyebabkan korosi pada logam besi lebih cepat. Dengan demikian, penggunaan ekstrak daun kaliandra sebagai inhibitor dapat digunakan untuk menghambat laju korosi besi dalam media HCl pada suhu optimum yaitu 26 °C (suhu ruangan) dengan laju korosi yaitu 0,00073 mm/tahun dan efisiensi inhibisi 91,60%.

Tabel 5. Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi dengan Variasi Suhu

Suhu (°C)	Laju Korosi (mm/tahun)		Efisiensi Inhibisi (%)
	Tanpa Inhibitor	Dengan Inhibitor	
26	0,00979	0,00073	91,60
30	0,01854	0,00695	62,50
35	0,02665	0,01158	56,52
40	0,03360	0,02201	34,48
45	0,04287	0,03128	27,02
50	0,05090	0,03824	25,00

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis uji fitokimia diketahui bahwa ekstrak metanol daun kaliandra mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi untuk menghambat laju korosi pada logam besi sedangkan kondisi optimum pada proses inhibisi logam besi dalam media korosif HCl menggunakan ekstrak daun kaliandra pada proses inhibisi yaitu pada waktu peredaman 6 hari, konsentrasi 13.000 ppm dan pada suhu 26 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi, N. G., Batu, M. S., Kolo, M. M. 2023. Penggunaan Minyak Biji Feun Kase (*Thevetia peruviana*) Sebagai Inhibitor Korosi Logam Seng Dalam Media HCl 1 M. *Jurnal Sainstek Lahan Kering (JSLK)*. 6(1): 14-16.
- 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.
- Batu, M. S., Kolo, M. M., Kono, A. 2022. Pemanfaatan Ekstrak Biji Feun Kase (*Thevetia peruviana*) sebagai Inhibitor Korosi Logam Seng dalam Media HCl. *Jurnal Riset Kimia*. 13(2): 188-197.
- Dwitiyanti, D., Hayati, H., Anggraeni, S. 2021. Ethanol Extract Activity Test of 70% *Calliandra calothyrsus* Meisn. Leaves as a Lowering of Blood Glucose Levels in Hyperglycemic Rats. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 19(1): 9-17.
- Gusti, D. R., Emriadi., Alif, A., Efdi, M. 2017. Corrosion Inhibition of Ethanol Extract of Cassava (*Manihot esculenta*) Leaves on Mild Steel in Sulfuric Acid. *International Journal of ChemTech Research*. 10(2): 163-171.
- Haryono, G., Sugiantoro, B., Farid, H., Tanoto, Y. 2010. Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”, pp. 1-6.
- Hendrati, R. L., Hidayati, N. 2014. *Budidaya kaliandra (Calliandra calothyrsus): untuk bahan baku sumber energi*. Bogor: IPB Press.
- Herdiawan, I., Fanindi, A., Semali, A. 2014. Karakteristik dan pemanfaatan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*). *Nasional Workshop on Animal Feed Plants. Research Center of Animal*, 141-148.
- Hidayatullah, S., Gapsari, F., Setiarini, H.P. 2020. Pengaruh Variasi Konsentrasi Inhibitor Dari Kitosan Sisik Ikan Terhadap Perilaku Korosi Besi Astm A36: Studi Ekstrapolarisasi Tafel Dan EIS. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1): 51-59.
- Juanda, A. P., Ismail, M. T., Guswenrivo, I., Laksono, H. S. D. 2023. Skrining Fitokimia dan Ekstraksi Senyawa Azadirachtin dari Ampas Biji Mimba. *Warta Akab*. 47(1): 33-40.
- 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.
- Khaleel, H., Ateeq, A. A., Ali, A. A. 2018. The Effect of Temperature an Inhibitor on Corrosion of Carbon Steel in Acid Solution Under Static Study.

- International Journal of Applied Engineering Research*. 13(6): 3638-3647.
- Mahmiah., Sa'adah, N., Sunur, H. N., Wijayanti, N. 2023. Profil Metabolit Ekstrak Etanol Enhalus acoroides (LF) Royle, 1839 dari Nusa Tenggara Timur. *Journal of Marine Research*. 12(1): 151-160.
- Mulyati, B. 2019. Tanin dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi. *Jurnal INDEPT: Industri Elektro dan Penerbangan*. 8(1): 1-4.
- Pramudita, M., Sukirno., Nasikin, M. 2020. The Effect of Immersion Time on The Ability of Tannins to Inhibit the Corrosion Rate of Mild Steel in 1 M H₂SO₄ Solution. *World Chemical Engineering Journal*, 4(1): 35-38.
- Puspitasari, L., Mareta, S., Thalib, A. 2021. Karakterisasi Senyawa Kimia Daun Mint (*Mentha* sp.) dengan Metode FTIR dan Kemometrik. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 14(1): 5-11.
- 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.
- Sahribulan., Pagarra, H. 2022. Identifikasi Gugus Fungsi Dari Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Kayu Jawa *Lannea coromandelica*. *Jurnal Binomial: Jurnal Pendidikan Biologi*. 5(2): 161-168.
- Saputra, T. R., Ngatin, A. 2019. Ekstraksi Daun Cocor Bebek Menggunakan Berbagai Pelarut Organik Sebagai Inhibitor Korosi Pada Lingkungan Asam Klorida. *Fullerene Journal of Chemistry*. 4(1): 21-27.
- Setyawati, I., Wijayanti, N.P.A.D., & Wiratmini, N.I. 2019. Phytochemical Content, Extract Standardization and Antioxidant Activity of *Calliandra calothyrsus* Meissn Leaf, a Potential Phytoestrogen Source. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 347(1): 1-8.
- Shafira, R. D., Mulyana, A., Riza, M. 2022. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Sirsak terhadap Laju Korosi Baja Karbon. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*. 3(1): 12-16.
- Sunarti., Kayadoe, V., Rahawarin, P. D. 2020. Kemampuan Ekstrak Biji Kelor Sebagai Inhibitor Korosi Besi Dalam Larutan HCl. *Molucca Journal of Chemistry Education (MjocE)*. 10(2): 72-80.
- Tambun, R., Limbong, H. P., Nababan, P., Sitorus, N. 2015. Kemampuan Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor Korosi Besi pada Medium Asam Klorida. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 37(2): 73-78.
- Utomo, S. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaNO₂ sebagai Inhibitor terhadap Laju Korosi Besi dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi*, 7(2): 93-103.
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., Permana, I. D. G. M. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut Pada Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Lemon (*Citrus Limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 7(4): 213-222.