

EKSTRAK DAUN KALIANDRA SEBAGAI INHIBITOR ALAMI LAJU KOROSI ST-37Moh. Jufri^{1*}, Indra Surya¹, Ali Saifullah¹, Suwarsono¹, Rr. Heni Hendaryati¹, Sudarman¹¹ Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, Indonesia* Email: jufri@umm.ac.id**ABSTRACT**

The utilization of natural resources as a metal inhibitor is widely researched. The extract of Calliandra leaves is one of the natural resources utilized to prevent the corrosion rate. It contains high tannins, which is a natural compound that can be utilized as an inhibitor of the corrosion rate. The research is aimed to find out the efficiency of Calliandra leaves extract as the natural inhibitor for steel ST-37. The experiment method is applied to vary the extract of Calliandra leaves in the corrosive medium. Meanwhile, the extraction of Calliandra leaves uses the maceration method. The extraction of Calliandra leaves with the solvent uses an evaporation process using a rotary vacuum evaporator. The extract used as the inhibitor is determined in 5%, 10%, and 20% of concentrations. The sample test of corrosion used is steel ST-37 with 4 × 4 cm of dimension and 0.2 cm of thickness. The best inhibition efficiency is 99.73% with an inhibition concentration of 20% in HCl. It shows that the extract of Calliandra leaves works well as an inhibitor, and it is efficient to inhibit the corrosion rate.

Keywords: calliandra, corrosion inhibitor, corrosion rate, tannins

PENDAHULUAN

Kondisi korosif logam memang sering dipengaruhi oleh peristiwa kimiawi yang terjadi di lingkungan [1-3]. Permukaan logam bereaksi terhadap suhu, udara, dan gesekan udara sehingga terjadi perubahan pada kondisi fisik logam. Permukaan logam yang mengalami reaksi kimia akan mengalami kerusakan dan penurunan kualitas [4-6]. Korosi pada logam sangat dipengaruhi oleh zat-zat yang bersifat asam [7-9]. Air yang mengandung garam atau yang mengandung pH tinggi bisa mengakibatkan korosi pada logam. Korosi bisa terjadi pada kondisi basah maupun kering [10-12]. Hal ini disebabkan adanya peristiwa oksidasi yang dialami oleh logam.

Besi paduan atau *alloy* banyak digunakan pada industri peralatan berat karena sifat mekanisnya yang baik. Seperti halnya baja ST-37 yang digunakan pada industri kapal sebagai poros baling-baling kapal (*Propeller Shaft*). Kekuatan tarik baja ini bisa mencapai 425,16 MPa dengan kekuatan puntir 566,62 MPa. Baja jenis ini mempunyai nilai kekerasan yang tinggi, yaitu 140,2 VHN. Nilai kekerasan ST-37 ini tercapai setelah perlakuan proses tempering [13]. Dari kelebihan yang dimiliki baja ST-37, kekuatan dan kekerasannya, logam ini masih mempunyai kelemahan. ST-37 cenderung mudah mengalami korosi [14] sehingga mempengaruhi kualitas baja yang digunakan sebagai poros kapal. Korosi ini biasanya berupa pengarat yang disebabkan oleh reaksi kimia dan elektrokimia.

Laju korosi material bisa dikendalikan untuk meningkatkan daya tahan produk. Tujuan pengendalian laju korosi ini juga untuk memberikan kekuatan dan keamanan, terutama ketika diaplikasikan pada suatu perangkat atau mesin. Selain itu, pengendalian korosi juga diperlukan pada pengaplikasian logam pada

peralatan kesehatan. Korosi yang terjadi pada logam merupakan peristiwa kerusakan yang terjadi akibat faktor metalurgi yang ada pada logam [15]. Pengendali (*inhibitor*) korosi logam diteliti dan diciptakan untuk mengendalikan laju korosi logam secara efisien. *Inhibitor* korosi telah banyak diteliti untuk mendapatkan *inhibitor* yang paling efektif untuk mengendalikan korosi logam [14-6].

Green inhibitor sudah banyak diteliti karena sumber daya yang melimpah di alam. Pemanfaatan ekstrak daun banyak diteliti sebagai pengendali laju korosi. Ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) diteliti untuk menjadi *corrosion inhibitor* baja ST-37. Pengendalian laju korosinya terbukti efektif pada logam paduan ini. [16-18]. Analisa XRD, SEM, dan EDS dilakukan pada ekstrak daun pepaya. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak daun pepaya terbukti menurunkan difraksi dan korosi permukaan logam dengan medium korosif NaCl 3%. Dengan 92% medium korosif yang sama, baja ST-37 mempunyai daya tahan yang lebih terhadap korosi dengan *inhibitor* ekstrak daun teh (*Camellia sinensis*).

Penggunaan bahan alami sebagai *inhibitor* laju korosi dilakukan karena banyaknya kandungan tanin pada daun dan biji-bijian yang bisa melindungi permukaan logam [19] dari zat kimia dan elektrokimia [20]. Kulit jeruk (citrus) juga bisa digunakan sebagai *inhibitor* laju korosi dengan variasi konsentrasi. Selain itu, variasi konsentrasi yang hampir sama juga dilakukan pada kulit mangga (*Mangifera indica L*). Penelitian pada baja karbon dengan *inhibitor* kulit jeruk dan kulit mangga menunjukkan peningkatan ketahanan baja karbon terhadap korosi [21].

Penelitian ini menggunakan daun Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) sebagai *inhibitor* alami logam. Kandungan protein daun Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) yang tinggi, 17-28% dan kandungan *condensed* tanin yang mencapai lebih dari 10 % [22] membuat daun Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) berpotensi sebagai *inhibitor* laju korosi untuk logam. Daun Kaliandra dimanfaatkan sebagai pengendali laju korosi permukaan baja ST-37 pada media korosif air laut untuk mendapatkan efisiensi pengendalian korosi terbaik

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan variasi konsentrasi *inhibitor* yang berbeda. Eksperimen diawali dengan menimbang spesimen untuk mengetahui bobot awal sebelum diberi perlakuan. Timbangan digital Pioneer OHAUS PA214 digunakan pada proses penimbangan daun Kaliandra. Timbangan ini mempunyai akurasi 0.0001 g dengan kapasitas maksimal 210 g. Bobot awal spesimen ini akan dibandingkan dengan bobot spesimen setelah diberi perlakuan. Penimbangan bobot awal dan bobot akhir spesimen juga ditujukan untuk mengetahui pengaruh pemberian larutan korosif terhadap berat spesimen.

Spesimen akan diberi perlakuan perendaman di dalam larutan korosif yaitu air laut, HCl 3% dan H₂SO₄ 3%. Masing-masing larutan yang digunakan untuk merendam spesimen divariasikan pada persentase yang berbeda, 0%, 5%, 10%, dan 20%. Perendaman ini dilakukan selama 6 hari untuk mengetahui pengaruhnya pada spesimen. Analisa data dan perhitungan dilakukan pada spesimen setelah perlakuan.

Spesimen dipersiapkan dengan tiga cara. Yang pertama, sampel baja ST-37 dipotong dengan panjang dan lebar 4 cm dan ketebalan 2 mm. Sampel ini akan digunakan untuk pengujian laju korosi. Proses pengeringan dilakukan pada suhu ruangan untuk mengetahui kondisi asli spesimen. Setelah itu, spesimen ditimbang untuk mengetahui bobot awal baja.

Pada proses yang kedua dilakukan persiapan bahan *inhibitor*, yaitu daun Kaliandra segar sebanyak 10 kg. Daun Kaliandra dikeringkan secara alami dengan menggunakan panas sinar matahari. Setelah proses pengeringan, daun Kaliandra mengalami penyusutan menjadi 1000 gram.

Ekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dilakukan dengan merendam bubuk daun Kaliandra ke dalam etanol 96% selama 48 jam. Perendaman ini dilakukan di dalam botol dan hasilnya digunakan untuk mendapatkan filtrat. Filtrat yang sudah didapatkan diuapkan dengan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary vacuum evaporator*). Penguapan dengan mesin vakum ini dilakukan dengan memutar pada

kecepatan 60 rpm dan suhu 60°C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

Langkah terakhir atau langkah ketiga untuk persiapan eksperimen adalah persiapan medium korosif. Medium korosif yang dipersiapkan adalah air laut, HCl 3%, dan H₂SO₄ 3% dengan total larutan 300ml. Air laut digunakan sebagai media korosif karena mempunyai kadar salinitas yang tinggi, 30 hingga 40 g/liter [23]. Medium korosif HCl dan H₂SO₄ dipadukan dengan aquades. Komposisi campuran tersebut terdiri dari 9 ml HCl dan H₂SO₄ yang masing-masing dicampurkan dengan aquades 291 ml.

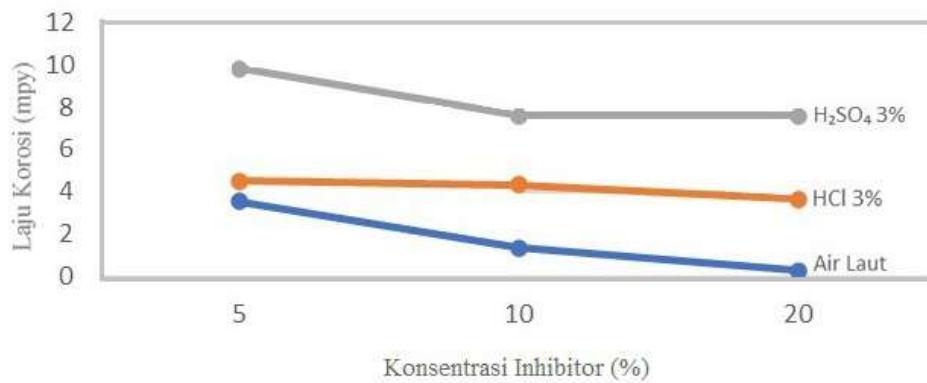
Sebelum sampel baja dilakukan perendaman, sampel baja dibersihkan terlebih dahulu. Kemudian, baja direndam ke dalam media korosif air laut, HCl 3%, dan H₂SO₄ 3%. Ketiga media korosif tersebut ditambahkan *inhibitor* dan perendaman dilakukan selama 144 jam pada suhu ruangan.

Pencucian sampel dilakukan setelah waktu perendaman. Pengeringan dilakukan pada suhu ruangan untuk mempertahankan ketahanan *inhibitor* dan sifat korosif larutan yang sebenarnya. Penimbangan spesimen atau sampel baja juga dilakukan untuk mengetahui bobot akhir baja. Bobot yang hilang dihitung untuk mengetahui nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian laju korosi dengan larutan korosif air laut, HCl 3%, dan H₂SO₄ 3% dengan selama perendaman 144 jam menunjukkan adanya perbedaan antara sampel baja yang ditambahkan *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra dan yang tidak ditambahkan *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra. Dari variasi konsentrasi *inhibitor* yang diberikan pada spesimen baja ST-37 menunjukkan adanya indikasi pengurangan laju korosi karena penambahan *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra. Ini seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan penurunan laju korosi dengan penambahan konsentrasi *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra. Ini menunjukkan peran ekstrak daun Kaliandra sebagai *inhibitor* alami untuk logam. Kemampuan ini dimiliki ekstrak daun Kaliandra karena kandungan tanin yang tinggi. Tanin memiliki gugus fenolik yang memiliki kemampuan untuk membentuk garam *tanninate* dengan ion *ferric*. Proses inhibisi korosi dari tanin dapat disebabkan oleh pembentukan jaringan dari garam *ferric tanninate* yang melindungi permukaan logam [24-27].

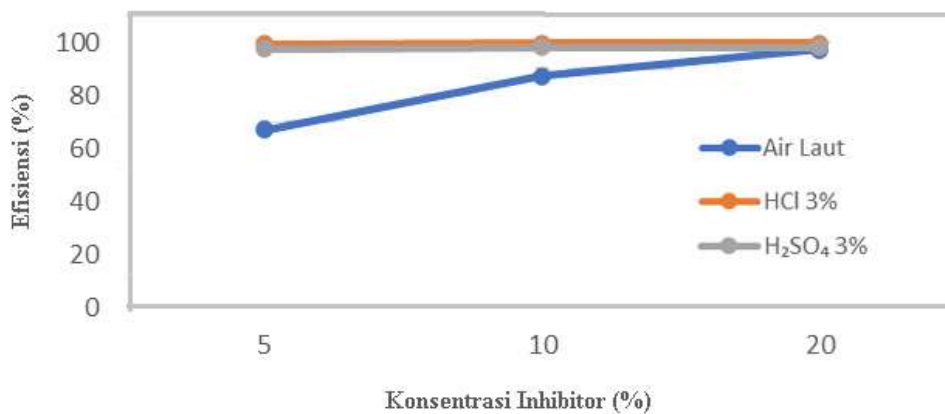


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi *inhibitor* terhadap laju korosi

Dari ketiga medium korosif yang digunakan, medium asam menunjukkan pengaruh laju korosi yang lebih besar daripada air laut. Medium air asam mempunyai ion H⁺ yang tinggi yang menyebabkan reaksi reduksi sehingga bisa menyebabkan korosi atau mengakibatkan laju korosi yang tinggi. Hidrogen yang semakin besar menyebabkan lebih banyak logam besi yang teroksidasi dan menghasilkan karat [24].

Inhibitor yang ditambahkan pada media korosif dapat mengurangi laju korosi dan dapat meningkatkan nilai inhibisi. Cairan *inhibitor* dapat bekerja optimal dengan melapisi dan melindungi permukaan spesimen melalui proses perendaman. Dengan perbedaan variasi

konsentrasi *inhibitor* yang dicampurkan dalam larutan, semakin banyak konsentrasi *inhibitor* yang dicampurkan dalam larutan media korosi maka semakin baik lapisan yang dibentuk pada permukaan material sehingga meminimalisir proses korosi yang terjadi. Kemampuan inhibisi ekstrak daun Kaliandra diukur dari efisiensinya dalam mencegah laju korosi. Nilai efisiensinya tergantung pada jumlah konsentrasi *inhibitor* yang ditambahkan. Hubungan efisiensi *inhibitor* terhadap konsentrasi *inhibitor* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi *inhibitor* terhadap efisiensi inhibisi

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai efisiensi inhibisi ekstrak daun Kaliandra terhadap korosi baja ST-37 mengalami peningkatan ketika konsentrasinya ditambahkan. Efisiensi tertinggi untuk medium air laut sebesar 97,32%, HCl 3% sebesar 99,73%, dan untuk medium H₂SO₄ sebesar 98,14%. Efisiensi tertinggi pada ketiga medium terjadi pada penambahan konsentrasi *inhibitor* sebesar 20%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian laju korosi pada baja ST-37 menggunakan medium korosif air laut, HCl 3%, dan H₂SO₄ 3% menunjukkan bahwa ekstrak daun Kaliandra dapat digunakan sebagai *inhibitor* korosi baja

ST-37. Dengan menggunakan metode *weight loss* dengan variasi konsentrasi *inhibitor* ekstrak daun kaliandra 5%, 10%, dan 20%, nilai efisiensi inhibisi tertinggi didapatkan pada medium air laut dengan penambahan konsentrasi *inhibitor* sebesar 20% yaitu 97,32%. Pada medium HCl 3% efisiensi inhibisi tertinggi dengan penambahan *inhibitor* sebesar 20% yaitu 99,73%. Selain itu, pada medium H₂SO₄ 3% efisiensi inhibisi tertinggi juga terjadi pada penambahan *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra dengan konsentrasi sebesar 20% yaitu 98,14%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *inhibitor* ekstrak daun Kaliandra memberikan penurunan nilai laju korosi pada baja ST-37.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Cabrini, S. Lorenzi, and T. Pastore, 2016, Corrosion Behavior of Carbon Steels in CCTS Environment,” *International Journal of Corrosion*, vol. 2016, pp. 1–7.
- [2] E. F. Rahayu and D. S. Asmorowati, 2019, Review of metal corrosion on food cans, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1321 (2), pp. 022037.
- [3] S. Zehra, M. Mobin, and J. Aslam, 2022, An overview of the corrosion chemistry, in *Environmentally Sustainable Corrosion Inhibitors*, pp. 3–23.
- [4] F. Casanova-del-Angel, 2017, Corrosive Behavior and Physic-Chemical Characterization of Filtration Tanks, *Open Journal of Physical Chemistry*, Vol. 07 (4), pp. 123–132.
- [5] Y. Hou, D. Lei, S. Li, W. Yang, and C.-Q. Li, 2016, Experimental Investigation on Corrosion Effect on Mechanical Properties of Buried Metal Pipes, *International Journal of Corrosion*, Vol. 2016, pp. 1–13.
- [6] H. Lgaz *et al.*, Corrosion Inhibition Properties of Thiazolidinedione Derivatives for Copper in 3.5 wt.% NaCl Medium, *Metals (Basel)*, Vol. 11 (11), pp. 1861.
- [7] R. Fan, W. Zhang, Y. Wang, D. Chen, and Y. Zhang, 2021, Metal Material Resistant to Hydrochloric Acid Corrosion, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1732 (1), pp. 012134.
- [8] N. Nnaji, N. Nwaji, J. Mack, and T. Nyokong, 2019, Corrosion Resistance of Aluminum against Acid Activation: Impact of Benzothiazole-Substituted Gallium Phthalocyanine, *Molecules*, Vol. 24 (1), pp. 207.
- [9] B. E. A. Rani and B. B. J. Basu, 2012, Green Inhibitors for Corrosion Protection of Metals and Alloys: An Overview, *International Journal of Corrosion*, Vol. 2012, pp. 1–15.
- [10] D. S. Dunn, M. B. Bogart, C. S. Brossia, and G. A. Cragolino, Corrosion of Iron Under Alternating Wet and Dry Conditions, *Corrosion*, Vol. 56 (5), pp. 470–481.
- [11] T. Nishimura, A. Tahara, and T. Kodama, 2001, Effect of Al on the Corrosion Behavior of Low Alloy Steels in Wet/Dry Environment, *Materials Transactions*, Vol. 42 (3), pp. 478–483.
- [12] I. Saefuloh *et al.*, 2020, The Study of Corrosion Behavior and Hardness of AISI Stainless Steel 304 in Concentration of Chloride Acid Solution and Temperature Variations, *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1477 (5), pp. 052058.
- [13] R. R. Aminuddin, A. W. B. Santosa, and H. Yudo, 2020, Analisa Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Kekuatan Puntir Baja ST 37 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering, *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 8 (3), pp. 368–374.
- [14] N. Aprilliani, E. G. Suka, and Suprihatin, 2017, Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) Sebagai Inhibitor Pada Baja St37 Dalam Medium Korosif NaCl 3%, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, Vol. 5 (2), pp. 161–172.
- [15] D. M. Sari, S. Handani, and Y. Yetri, 2013, Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 Dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia Sinensis*), *Poli Rekayasa*, Vol. 8 (2).
- [16] A. P. Yanuar, H. Pratikno, and H. S. Titah, 2017, Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan, *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 5 (2).
- [17] G. Nugroho, A. Pradityana, N. Husodo, M. Mursid, G. D. Winarto, and F. T. Putrandi, 2018, Mechanism of papaya leaf as organic inhibitor in corrosion process, p. 050017.
- [18] B. Tan *et al.*, 2021, Papaya leaves extract as a novel eco-friendly corrosion inhibitor for Cu in H₂SO₄ medium, *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 582, pp. 918–931.
- [19] A. R. Permanasari, T. R. Saputra, A. Nurul’Aina, and S. Liska, 2020, Penentuan Pelarut Terbaik pada Ekstraksi Tanin Kulit Kayu Akasia dan Pengaruhnya Sebagai Inhibitor Laju Korosi pada Baja Karbon, *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, Vol. 4 (1), pp. 7.
- [20] A. Rochmat, G. Liantony, and Y. D. Septiananda, 2019, Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Mild Steel dalam Pipeline, *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 8 (1), pp. 45.
- [21] T. N. R., S. K. W., A. Purniawan, B. A. K., and Sulistijono, 2015, Pengaruh penambahan ekstrak kulit buah jeruk dan kulit buah mangga sebagai inhibitor korosi pada baja karbon dalam media NaCl 3,5 %, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 17 (1).
- [22] I. Setyawati, I. G. N. A. D. Putra, and N. G. K. Roni, Histologi Tubulus Seminiferus dan Kadar Testosteron Tikus yang Diberi Pakan Imbuhan Tepung Daun Kaliandra dan Kulit Nanas (Histology of Seminiferous Tubules and Testosterone Level of Rat Given Calliandra Leaf Meal and Pineapple Peels in The Diets), *Jurnal Veteriner*, Vol. 18 (3), pp. 369.
- [23] L. A. Cisternas and E. D. Gálvez, The use of seawater in mining, 2018, *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, Vol. 39 (1), pp. 18–33.
- [24] M. A., H. S., and Y. Y., 2014, Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Kakao (*Theobroma cacao*) terhadap Laju Korosi Baja Hardox 450, *Jurnal Fisika Unand*.
- [25] Pratikno, H., Sulistiyaning Titah, H., & Kurnia Shandy, Y. 2018. Bio-Inhibitor on Corrosion Rate of ASTM A53 Steel in Marine Environment. *MATEC Web of Conferences*.
- [26] Sanjaya, R., Ginting, E., & Riyanto, A., 2018, Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L*) sebagai Inhibitor pada Baja ST37 dalam Medium Korosif NaCl 3% dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, Vol. 6 (2), pp. 167–174.

- [27] Tang, Y., Liu, L., Fan, L., Li, Y., & Wang, F., 2014, The Corrosion Behavior of Pure Iron under Solid Na₂SO₄ Deposit in Wet Oxygen Flow at 500 °C, *Materials*, Vol. 7 (9), pp. 6144–6157.