



Analisis *Averrhoa Bilimbi* Linn Sebagai *Inhibitor* Terhadap Laju Korosi Aluminium Alloy 2024-T3 Dalam Asam Klorida

*(Analysis of *Averrhoa Bilimbi* Linn as an Inhibitor Against the Corrosion Rate of Aluminum Alloy 2024-T3 in Hydrochloric Acid)*

Alvind Rahmad Putra¹, Linggar Widayatmo², M. Abdul Ghofur³

^{1,2,3} Prodi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: 2021.694@taruna.aau.ac.id, m_abdulghofur@aau.ac.id, lw2844@gmail.com

Abstrak — Pengendalian korosi dapat dilakukan melalui berbagai metode, termasuk pemilihan material, pelapisan, penggunaan inhibitor, dan desain. Penelitian ini fokus pada penggunaan ekstrak belimbing wuluh sebagai inhibitor korosi pada aluminium alloy 2024-T3. Sebanyak 12 spesimen aluminium alloy 2024-T3 dengan ukuran sekitar 3 x 5 x 0,15 cm dilapisi dengan ekstrak belimbing wuluh dan diuji dengan tiga variasi waktu pengolesan: 2 hari, 4 hari, dan 6 hari. Setelah proses pengolesan, spesimen direndam dalam larutan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi 0,4%, 0,6%, dan 0,8% selama 14 hari untuk mengamati efek inhibisi terhadap laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi menurun secara signifikan dengan meningkatnya durasi pengolesan ekstrak belimbing wuluh. Efisiensi inhibisi tertinggi dicapai pada spesimen yang diolesi selama 6 hari, dengan nilai rata-rata sebesar 75,54%. Sebaliknya, spesimen dengan pengolesan selama 2 hari menunjukkan efisiensi inhibisi terendah, yaitu sebesar 32,27%. Data ini mengindikasikan bahwa semakin lama waktu pengolesan, semakin efektif ekstrak belimbing wuluh dalam menurunkan laju korosi pada aluminium alloy 2024-T3. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai penggunaan bahan alami sebagai pelapis korosi dan menunjukkan potensi ekstrak belimbing wuluh sebagai alternatif ramah lingkungan untuk perlindungan logam. Temuan ini dapat diterapkan dalam pengembangan teknik perlindungan logam yang lebih berkelanjutan dan efektif.

Kata Kunci — Laju korosi, Ekstrak belimbing wuluh

Abstract — Corrosion control can be achieved through various methods, including material selection, coating, use of inhibitors, and design. This study focuses on the use of starfruit extract as a corrosion inhibitor for aluminum alloy 2024-T3. A total of 12 specimens of aluminum alloy 2024-T3, each approximately 3 x 5 x 0.15 cm, were coated with starfruit extract and tested with three different coating durations: 2 days, 4 days, and 6 days. After coating, the specimens were immersed in hydrochloric acid (HCl) solutions with concentrations of 0.4%, 0.6%, and 0.8% for 14 days to assess the inhibition effect on corrosion rate. The results showed a significant decrease in corrosion rate with increasing coating duration of starfruit extract. The highest inhibition efficiency was achieved with specimens coated for 6 days, with an average value of 75.54%. Conversely, specimens with a 2-day coating showed the lowest inhibition efficiency, at 32.27%. These findings indicate that starfruit extract is more effective in reducing the corrosion rate of aluminum alloy 2024-T3 with longer coating times. This study provides valuable insights into the use of natural substances as corrosion coatings and demonstrates the potential of starfruit extract as an environmentally friendly alternative for metal protection. The findings can be applied in the development of more sustainable and effective metal protection techniques, offering a greener and cost-effective solution for corrosion control.

Keywords — Corrosion rate, star fruit extract

*Alvind Rahmad Putra

E-mail: 2021.694@taruna.aai.ac.id

I. PENDAHULUAN

Aluminium *alloy* adalah salah satu material dari pesawat terbang yang paling banyak digunakan saat ini karena memiliki kekuatan dan juga memiliki berat yang lebih ringan dari pada material-material lainnya. salah satu masalah utama yang dapat merusak material pesawat terbang tersebut adalah terjadinya korosi pada material aluminium *alloy* yang digunakan pada pesawat terbang. Bagian luar pesawat yang sering terjadi korosi seperti pada bagian *leading edge* pesawat [1].

Salah satu aluminium paduan yang paling banyak digunakan dibidang Teknik dan dalam dunia penerbangan adalah aluminium paduan seri 2024-T3 yang merupakan paduan logam Al-Cu dengan tembaga berkisar 3,8 – 4,9% sedang T3 adalah proses perlakuan panas yang terdiri dari pelarutan padat (solid solution), quenching dan proses aging untuk mencapai tingkat kekerasan yang lebih baik [2].

Adapun salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengatasi laju korosi pada Aluminium *alloy* 2024-T3 adalah dengan melaksanakan pengendalian korosi. Pengendalian korosi menurut Davis (2000) dapat dilakukan dengan pemilihan material, pelapisan, *inhibitor* dan desain. *Inhibitor* korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya [3].

Belimbing wuluh dapat dijadikan salah satu opsi sebagai *inhibitor* pada logam karena mengandung bahan-bahan alami. Salah satu kandungan bahan alami tersebut adalah asam sitrat. Asam sitrat sendiri memiliki banyak fungsi yang salah satunya adalah dapat mencegah terjadinya korosi yang terjadi pada logam.

II. LANDASAN TEORI

A. Prinsip dasar korosi

Lingkungan tersebut dapat berupa: air (suling, payau, dll), udara, larutan asam, larutan basa, bahkan tanah. Korosi dapat terjadi karena berbagai faktor, yaitu faktor lingkungan dan faktor bahan. Faktor lingkungan, meliputi: pH, temperatur, kelembapan, kadar oksigen, dan keberadaan zat korosif. Sedangkan faktor bahan meliputi: struktur paduan, jumlah paduan, dan kemurnian bahan [4]. Korosi yang terjadi pada logam sangat dipengaruhi oleh kandungan O_2 , pH larutan, temperatur, kelembapan, kecepatan aliran, bahan korosif (yang dapat menyebabkan korosi) terdiri atas asam dan garam, seperti asam klorida (HCL) dan natrium klorida (NaCl) yang digunakan sebagai medium korosif [5]. Peristiwa korosi pada logam pasti terjadi dan tidak dapat dicegah. Namun, peristiwa korosi tersebut dapat diperlambat. Beberapa cara untuk memperlambat laju korosi yaitu dengan menggunakan baja tahan karat, dengan cara pelapisan dengan pemakaian *inhibitor* [5].

B. Belimbing wuluh

Belimbing wuluh merupakan salah satu spesies dalam genus *Averrhoa* yang tumbuh di daerah ketinggian hingga 500 m diatas permukaan laut dan dapat ditemui di tempat yang banyak terkena sinar matahari secara langsung tetapi cukup lembab. Pada umumnya belimbing wuluh ditanam dalam bentuk tanaman pekarangan yaitu diusahakan sebagai usaha sambilan atau tanaman peneduh di halaman rumah.

Belimbing wuluh juga memiliki banyak kandungan dalam kehidupan kita. Belimbing wuluh memiliki kandungan asam sitrat yang baik dan dapat digunakan sebagai *inhibitor* terhadap laju korosi pada logam. Asam sitrat digunakan dalam logam, sebagai *chemical cleaning*, *electropickling* dan *copperplating*. Penggunaan asam sitrat dalam skala industri antara lain sebagai pembersih logam, *removal* karat dan kerak, dan sebagainya [6].



Gambar 1. Belimbing wuluh

C. Aluminium alloy 2024-T3

Aluminium merupakan material yang banyak digunakan di bidang industri karena memiliki beberapa keunggulan yaitu aluminium merupakan logam ringan, konduktivitas panas dan listrik tinggi, sifat mampu mesin (*machinability*) baik, ketahanan korosi relatif baik, dan sifat mampu cor (*castability*) baik.

Namun demikian, aluminium 2024-T3 rentan terhadap korosi bila logam ini diaplikasikan pada lingkungan yang bersifat korosif dengan metoda *intermitten* yang dilakukan Harsito (2000), menunjukan bahwa larutan NaCl dengan konsentrasi 0,0035-3,5% menyebabkan terjadinya korosi sumuran. Sedangkan pada konsentrasi 0,0035% NaCl ion klorida pada larutan ini menyebabkan korosi merata (*uniform corrosion*).

D. Pembuatan Tabel

Asam klorida adalah asam monopotrik, yang berarti dapat berdisosiasi (terionisasi) dengan melepaskan H (satu proton) sekali.

Dalam larutan asam klorida, H ini berlangsung dengan molekul air untuk membentuk ion hydronium, H_3O^+ .

TABEL I
SIFAT FISIKA ASAM KLOORIDA (HCL)

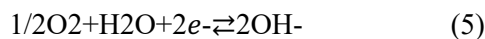
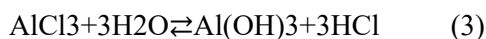
Konsentrasi		Berat jenis	Molaritas	Kapasitas kalor jenis	Titik didih	Titik leleh
<i>Kg HC 1/kg</i>	<i>Kg HC 1/m³</i>	<i>Kg/l</i>	<i>Mol/d M³</i>	<i>kJ/(kg.K)</i>	<i>°C</i>	<i>°C</i>
10%	104,80	1,048	2,87	3,47	103	-18
20%	219,60	1,098	6,02	2,99	108	-59
30%	344,70	1,149	9,45	2,60	90	-52
32%	370,88	1,159	10,17	2,55	84	-43
34%	397,46	1,169	10,90	2,50	71	-36
36%	424,44	1,179	11,64	2,46	61	-30
38%	451,82	1,189	12,39	2,43	48	-26

E. Korosi aluminium dalam larutan klorida

Penulisan persamaan secara berurutan diikuti dengan penomoran angka dalam tanda kurung. Korosi pitting adalah jenis korosi aluminium yang paling berbahaya. Itu terjadi sebagai lubang dan lubang dengan bentuk tidak beraturan pada permukaan logam. Diameter dan kedalaman lubang bergantung pada jenis material, media korosif, dan sifat lingkungan di mana aluminium dan paduannya terpapar. Korosi pitting pada aluminium sering terjadi pada larutan klorida aerasi. Ion klorida menyerang lapisan oksida alami, merusaknya di bagian terlemah. Di situs anodik terjadi dua reaksi utama:



Persamaan. (2) menunjukkan bahwa di lokasi anodik tercipta lingkungan yang lebih asam (pH = 3–4). Ion klorida memfasilitasi pembubaran anodik aluminium, membentuk aluminium klorida. Kemudian terhidrolisis untuk membentuk hidroksida dan asam, yang menggeser pH ke nilai asam. Persamaan. (3), (4), (5) tunjukkan kemungkinan reaksi pada lokasi katodik:



Seperti yang terlihat pada Persamaan. (5), situs katodik lebih basa karena pembentukan hidroksida lokal. Kehadiran oksigen sangat penting untuk pitting. Akumulasi produk korosi berbentuk kerucut terbentuk di mulut lubang akibat pengendapan aluminium hidroksida di luar lubang (Winston Revie, 2011).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Desain penelitian

Pengujian pada penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan beberapa alat dan bahan tertentu yang dapat mendukung jalannya penelitian ini. Spesimen uji sebelumnya akan ditimbang terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan digital dan kemudian dihitung selisih berat awal dan berat akhir. Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan laju korosi menggunakan rumus perhitungan dari metode kehilangan berat (*weight loss*). Perhitungan laju korosi akan dilaksanakan setelah spesimen direndam dengan perbedaan jangka waktu yang ditentukan. Pengujian penelitian ini menggunakan variasi dari konsentrasi media korosif Asam klorida yang telah diberi *inhibitor* ekstrak *Averrhoa Bilimbi L.* Variasi konsentrasi dilakukan dengan tujuan mengetahui efektivitas *inhibitor* ekstrak *Averrhoa Bilimbi L.* dalam menghambat terjadi korosi pada aluminium alloy 2024-T3.

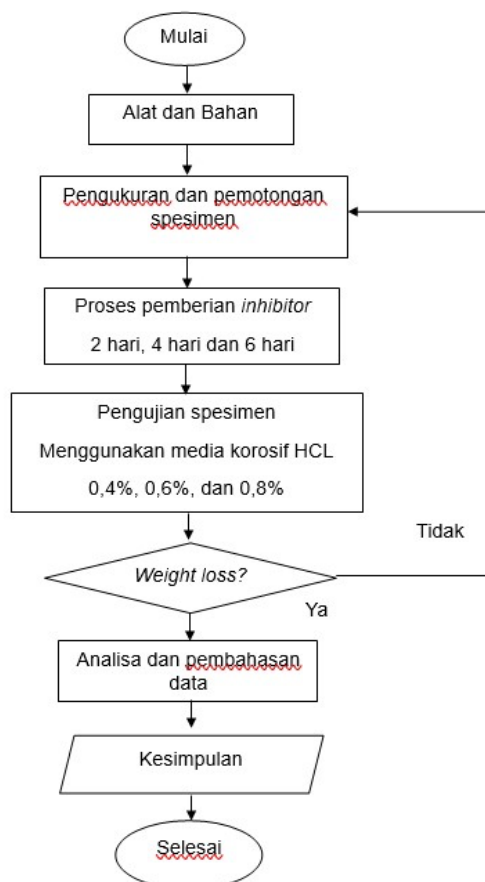
B. Metode yang digunakan

1. Studi eksperimen

Penelitian tugas akhir ini digunakan metode studi eksperimen dengan melakukan beberapa eksperimen dan juga beberapa percobaan sehingga dapat diketahui pengaruh ekstrak dari *Averrhoa Bilimbi L.* terhadap laju korosi pada spesimen uji aluminium alloy 2024-T3.

2. Diagram alir

Adapun penulisan tugas akhir ini bersifat eksperimental dan pengumpulan hasil data ukur, maka struktur diagram alir sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram alir

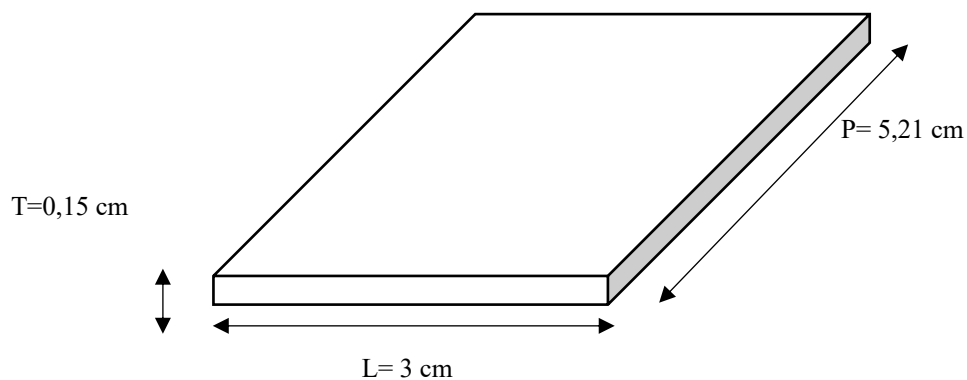
IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas mengenai pengujian dan analisis data pengaruh ekstrak Averrhoa Bilimbi L pada aluminium alloy 2024-T3 dalam media korosi asam klorida. Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk mengetahui efektivitas Ekstak Averrhoa Bilimbi L sebagai inhibitor. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan uji aluminium alloy 2024-T3 pada media korosi Asam klorida.

Hasil dari penelitian nantinya akan didapatkan data-data, antara lain kehilangan massa (weight loss), laju korosi (corrosion rate), dan efisiensi inhibisi. Dari data-data yang diperoleh, maka akan mengetahui laju korosi terbesar, rata-rata laju korosi masing-masing media perendaman, mengetahui bentuk grafik dari hasil laju korosi.

Data perhitungan luas spesimen uji. Sebelum menghitung laju korosi dari masing-masing benda uji pada analisis data maka yang harus dilakukan adalah menghitung terlebih dahulu luas permukaan benda yang kita uji dengan cara sebagai berikut:

Aluminium alloy 2024-T3.



Keterangan:

Panjang	: 5,21 cm
Lebar	: 3 cm
Tinggi	: 0,15 cm

Jadi luas permukaan aluminium alloy 2024-T3 yang dipakai untuk pelaksanaan percobaan yaitu:

$$\begin{aligned}
 L &= (2 \times (p \times l) + (2 \times (p \times t)) + (2 \times (t \times d))) \\
 &= (2 \times (5,21 \times 3) + (2 \times (5,21 \times 0,15) + (2 \times (3 \times 0,15))) \\
 &= 31,26 + 1,563 + 0,9 \\
 &= 33,723 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan pengujian korosi maka langkah selanjutnya adalah membersihkan spesimen dengan bersih agar kemudian akan dirimbang yang dimana selanjutnya akan digunakan untuk mencari berat akhir dan selisih berat dari masing-masing spesimen. Untuk mencari laju korosinya maka kita harus mengetahui berat spesimen sebelum dan sesudah dilaksankannya pengujian.

Laju korosi pada aluminium *alloy* 2024 T3.

Sampel D1 dengan perendaman *inhibitor* 2 hari.

$$AW = 0,0827 \text{ g}$$

$$A = 33,723 \text{ cm}^2$$

$$T = 14 \text{ hari} = 336 \text{ jam}$$

Sehingga laju korosinya:

$$\text{Laju korosi (Cr)} = KW / D(A \times T)$$

$$Cr = \frac{534 \times 0,0827}{2,78(33,723 \times 336)} = 0,001401963 \text{ mpy}$$

Perendaman tanpa inhinitor.

$$AW = 1,6200 \text{ g}$$

$$A = 33,534 \text{ cm}^2$$

$$T = 14 \text{ hari} = 336 \text{ jam}$$

Sehingga laju korosinya:

$$\text{Laju korosi (Cr)} = KW / D(A \times T)$$

$$Cr = \frac{534 \times 0,1025}{2,78(33,534 \times 336)} = 0,001747414 \text{ mpy}$$

fisiensi inhibisi.

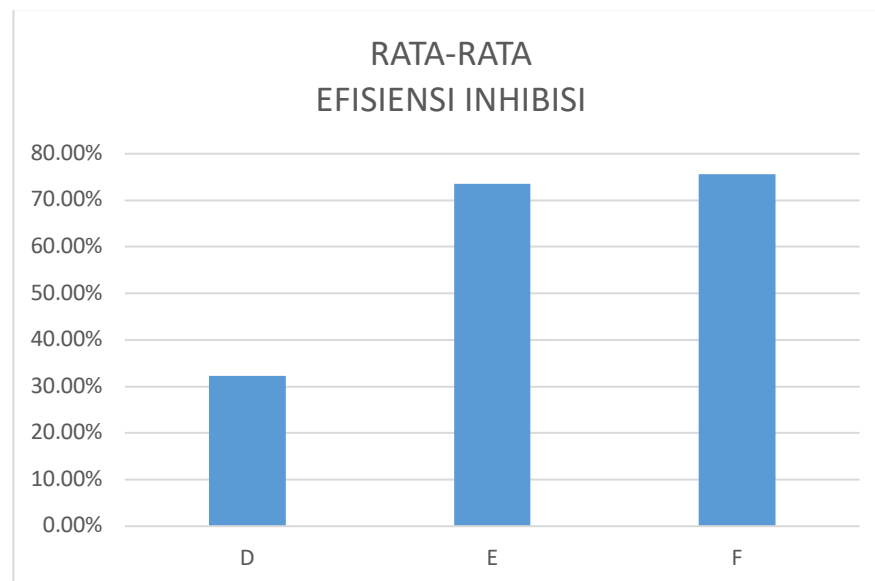
$$x = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

Ket:

- X = efisiensi inhibisi
- V_{ko} = laju korosi tanpa *inhibitor*
- V_{ki} = laju korosi menggunakan *inhibitor*

Pengolesan *inhibitor* 2 hari.

$$X = \frac{0,00175 - 0,0014}{0,00175} \times 100\% = 19,77\%$$



Gambar 3. Contoh gambar grafik yang berwarna

A. Pembahasan

Rata-rata efisiensi inhibisi, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu pengolesan maka akan semakin besar juga nilai efisiensi inhibisinya. Menurut (Irianty, dalam Anggraita, 2014), semakin lama waktu perendaman maka akan semakin besar juga nilai efisiensi inhibisinya. Namun, kemampuan *inhibitor* atau efisiensi inhibisi untuk melindungi baja dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal itu dikarenakan semakin lama waktunya maka *inhibitor* akan semakin habis terserang oleh larutan. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata efisiensi inhibisi, *inhibitor* dengan lama pengolesan 6 hari memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu sebesar 75,54%. Sedangkan efisiensi inhibisi terkecil pada penelitian ini terdapat pada *inhibitor* dengan lama pengolesan 2 hari yang memiliki nilai sebesar 32,27%.

V. KESIMPULAN

1. Jenis inhibitor yang digunakan dalam penelitian ini adalah Averrhoa Bilimbi L dengan menggunakan metode maserasi dengan perbandingan pengolesan selama 2 hari, 4 hari, dan 6 hari.. inhibitor dengan lama pengolesan 2 hari memiliki nilai efisiensi inhibisi dengan rata-rata 32,27%, inhibitor dengan lama pengolesan 4 hari memiliki nilai efisiensi inhibisi dengan rata-rata 73,51%, inhibitor dengan lama pengolesan 6 hari memiliki nilai efisiensi inhibisi dengan nilai rata-rata 75,54%. dapat diambil kesimpulan bahwa semakin lama waktu pengolesan maka akan semakin besar juga nilai efisiensi inhibisinya.
2. Penelitian ini menggunakan media uji larutan HCl, pemberian inhibitor ekstrak Averrhoa Bilimbi L dapat meningkatkan ketahanan aluminium terhadap korosi. hal ini dilihat terjadi perbedaan antara perubahan warna, tingkat kekasaran, dan weight loss pada spesimen yang

diberikan inhibitor dan tidak diberikan inhibitor, dimana perubahan yang terjadi pada spesimen tanpa inhibitor lebih signifikan daripada spesimen yang menggunakan inhibitor.

3. Perbandingan laju korosi antara aluminium alloy 2024-T3 yang telah diberikan ekstrak dari Averrhoa Bilimbi L sesuai dengan variasi lama waktu pengolesan menunjukkan hasil yang berbeda namun sesuai dengan apa yang diharapkan. Makin lama pengolesan memberikan oleh ekstrak belimbing memiliki pengaruh yang cukup baik dalam memberikan ketahanan terhadap laju korosi pada aluminium alloy 2024-T3

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan paper ini, penyusun mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaiannya. Untuk itu, penyusun mengucapkan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Gubernur Akademi Angkatan Udara, Kepala Departemen Aeronautika, Dosen Pembimbing, orang tua penulis dan Seluruh rekan-rekan Taruna Tingkat IV yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan paper ini.

REFERENSI

- [1] Fakhri, M. N. A. F., Susanto, H., & Luqman Bukhori, M. (2022b). Analisis Material Aluminium Alloy Terhadap Laju Korosi Yang Di Sebabkan Oleh Udara Laut Pada Struktur Leading Edge Pesawat. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2). <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.664>
- [2] Polmear, I. J., 1981. Light Alloy, third ed., Arnold, London
- [3] Yanuar, A. P., Pratikno, H., & Titah, H. S. (2017). Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 8–13. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18938>
- [4] Darmawan, O. (2012). *Studi Green Corrosion Inhibitor Ekstrak Daun bayam Merah (Amaranthus Gangeticus) pada Baja Karbon Rendah dalam Larutan 1 M HCl dengan Metode Polarisasi dan EIS*. 1–86. lib.ui.ac.id/file?file=digital/20302526-T30387...pdf
- [5] Sari, D., 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), 204–211.
- [6] Kirk and Othmer, 1965, Encyclopedia of Chemical Technology, 2nd ed., Vol.6, p..320, John Willey and Sons, New York,.
- [7] Djaprie S ., 1995, Ilmu dan Teknologi Bahan , ed. 5, hal. 483-510..Erlangga,Jakarta.
- [8] Djunaidi, & Utomo, S. B. (2019). Pemakaian Inhibitor Untuk Pengendalian Korosi Pada Sistem Pendingin Sekunder Rsg-Gas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- [9] Elis Maryati. (2006). Asam Sitrat Sevagai Lapisan Pelindung Untuk Mengurangi Laju Korosi Pada Logam. *Transportation*, 1(January), 21–30. <https://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>
- [10] Fakhri, M. N. A. F., Susanto, H., & Luqman Bukhori, M. (2022a). Analisis Material Aluminium Alloy Terhadap Laju Korosi Yang Di Sebabkan Oleh Udara Laut Pada Struktur Leading Edge Pesawat. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 289–294. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.664>
- [11] Y. q Sun, X. c Zhou, S. Meng, and H. d Fan, “Research on Maneuvering Decision for Multi-fighter Cooperative Afrilia, D., Bahri, S., Jalaluddin, J., Masrullita, M., & ZA, N. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kopi Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Pada Baja. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(4), 111. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i4.6416>
- [12] Fogler, 1992, Elements of Chemical Reaction Engginering , 2nd ed, Prentice – Hall International. Inc, USA.
- [13] Fontana MG (1990) Corrosion engineering. McGraw-Hill, CA, USA
- [14] Husbani, A., Novrianti, N., & Purnamawati, N. (2022). The Analisis Pengaruh Humidity Terhadap Laju Korosi Menggunakan Rimpang Jahe Merah Sebagai Penghambat Laju Korosi. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 105. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(2\).10712](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(2).10712)
- [15] <https://www.wassheng.com.tw/id/technical/Types-of-Aluminum-Material-Used-in-Aircraft.html>
- [16] Davis, J. R., 2000. Corrosion Understanding The basics, ASM International, All Rights Reserved, Printed in the United States of America.

-
- [17] Liu, Y., & Cheng, Y. F. (2011). Characterization of passivity and pitting corrosion of 3003 aluminum alloy in ethylene glycol-water solutions. *Journal of Applied Electrochemistry*, 41(2), 151–159. <https://doi.org/10.1007/s10800-010-0215-6>
- [18] Mukhtarini. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *J. Kesehat.*, VII(2), 361. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
- [19] Pramudita, M., Juliansyah, H., & Rizki, M. A. (2014). Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana* L) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak (Mild Steel) Dalam Larutan H₂SO₄ 1 M. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.36055/tjst.v10i1.6629>
- [20] Agoes, G. 2007. Teknologi Bahan Alam. ITB Press, Bandung
- [21] Pujono, P. (2019). Perpatahan Fatik Material Aluminium 2024-T3 Dengan Pengelasan Fsw. *Infotekmesin*, 9(01), 30–35. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v9i01.5>
- [22] Ash, M., & Ash, I. (2000). Handbook of Corrosion inhibitors. In *Metal Finishing* (Vol. 98, Issue 10). <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0026057600834455>
- [23] Agustin, S. B., & Rachmadiarti, F. (2010). *Efek Berbagai Waktu Perendaman dan Konsentrasi Filtrat Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) Daging Ikan Bader (Barbonymus gonionotus) dari Kali Surabaya The Effect of Various Soaking Time and Concentration of Bilim.*
- [24] Yufita, E., -, Z., Nur, M. I., Fatriah, F., & Jalil, Z. (2022). Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Naga Merah dan Daun Trembesi sebagai Penghambat Korosi pada Baja A36 dalam Larutan HCl 3%. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 12(1), 99. <https://doi.org/10.13057/ijap.v12i1.54625>
-