

PENGARUH KONSENTRASI INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI TERHADAP LAJU KOROSI SS 304 DALAM MEDIA KOROSIF LARUTAN HCL 32%

Taufiq Al Wafiq

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: taufiqal.19072@mhs.unesa.ac.id

Bellina Yunitasari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: bellinayunitasari@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) terhadap laju korosi baja tahan karat SS 304 dalam media korosif larutan HCl 32%. Penggunaan inhibitor alami menjadi alternatif ramah lingkungan dalam menghambat laju korosi yang biasanya ditimbulkan oleh larutan asam kuat seperti HCl pada proses *pickling*. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan pendekatan kuantitatif. Variabel yang diuji meliputi konsentrasi inhibitor (0%, 0,3%, 0,6%, dan 0,9%) dengan suhu perendaman 35°C. Laju korosi dianalisis menggunakan metode *weight loss*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi inhibitor dapat menurunkan laju korosi, dengan efisiensi tertinggi tercapai pada konsentrasi 0,9% sebesar 15,87%.

Kata Kunci: inhibitor alami, daun jambu biji, laju korosi, efisiensi inhibitor

Abstract

This study aims to investigate the effect of temperature variation and inhibitor concentration from guava leaf extract (Psidium guajava L.) on the corrosion rate of stainless steel SS 304 in a 32% hydrochloric acid (HCl) corrosive medium. The use of natural inhibitors offers an environmentally friendly alternative to inhibit corrosion typically caused by strong acids like HCl in pickling processes. The research employed an experimental method with a quantitative approach. The variables tested include inhibitor concentrations of 0%, 0.3%, 0.6%, and 0.9% with immersion temperatures 35°C. Corrosion rate was analyzed using the weight loss method based. Results showed that increasing inhibitor concentration effectively reduced the corrosion rate, with the highest inhibition efficiency of 15.87% achieved at concentration 0.9%.

Keywords: natural inhibitor, guava leaf, corrosion rate, inhibitor efficiency

PENDAHULUAN

Teknologi yang selalu berkembang, ekonomi semakin berkembang serta tumbuh, dan perkembangan dunia perindustrian waktu ke waktu menyebabkan peningkatan pemakaian bahan logam contohnya baja, besi, aluminium, dll. SS 304 merupakan logam yang sering dipakai pada berbagai perindustrian. Salah satunya pada dunia perindustrian pengelola makanan seperti susu, air dan lain-lain.

SS 304 ialah baja sukar teroksidasi dan mempunyai kandungan unsur: 0.08 – 0.08% C, 1.00 – 1.00% Si, 2.00 – 2.02% Mn, 8.00 – 10.50% Ni, 18.00 – 20.00% Cr (Setiawan dan Sungkono, 2017). Kandungan yang menjadikan SS 304 tahan karat adalah kromium karena terbentuk lapisan oksida pada permukaannya.

Kerusakan bisa seperti oksidasi bisa terjadi di baja SS 304 biasa dinamai dengan baja tahan oksidasi. Kerusakan yang biasanya terjadi pada SS 304 adalah timbulnya kotoran atau noda dipermukaan baja ini. Proses membersihkan menggunakan cara *pickling* yaitu memakai asam tujuannya membersihkan kotoran atau noda yang berada pada permukaan logam. Asam klorida banyak digunakan untuk *pickling*, *cleansing*, *decomposition* dan *metal etching*, namun di sisi lain juga

dapat menyebabkan korosi pada permukaan logam (Stiadi, dkk, 2019). Karena penggunaan larutan asam dapat menyebabkan kerusakan pada baja maka dapat menggunakan inhibitor untuk mengendalikan korosi pada logam (Bentiss, dkk, 2000). Penggunaan asam klorida dengan konsentrasi 32% dikarenakan mudah didapatkan di pasaran.

Ada beberapa cara untuk mencegah terjadinya korosi, yaitu penambahan inhibitor yang bertujuan menurunkan proses oksidasi. Pemakaian inhibitor tujuannya mengendalikan laju oksidasi di dunia perindustrian cukup banyak memakai senyawa kromat dan arsenik yang menyebabkan memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan. Oleh karena itu penggunaan inhibitor dengan bahan alami dapat mengatasi masalah tersebut.

Reaksi kimia dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah suhu pada saat reaksi. Suhu yang meningkat pada saat reaksi bisa mempercepat laju reaksi. Dan sebaliknya jika suhu reaksi lebih rendah akan memperlambat laju reaksi. Penelitian dilaksanakan oleh (Kayadoc, dkk, 2015) yang berjudul “Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius Roxb*) Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 Dalam Larutan H₂SO₄” menunjukkan bahwa pada suhu 27°C mempunyai nilai

laju oksidasi lebih lambat disandingkan dengan suhu yang lebih tinggi yaitu 35, 40, 45 dan 50°C.

Inhibitor korosi ialah penambahan senyawa dengan jumlah tidak banyak pada lingkungan bisa memperlambat laju oksidasi dilingkungan pada logam (Yanuar, dkk, 2017). Korosi atau oksidasi dilogam tidak akan bisadicegah akan tetapi lajunya bisa diperlambat. Usaha pengendalian dan perawatan terhadap peristiwa korosi merupakan hal yang sangat penting agar bisa mengurangi beberapa kerugian yang ditimbulkan dari peristiwa tersebut. Sampai saat ini pemakaian inhibitor ialah alternatif metode yang efektif memperlambat oksidasi, dikarenakan biaya cenderung tidak mahal serta prosesnya tidaklah rumit. Sederhananya inhibitor korosi ini asalnya dari zat-zat organik dan campuran anorganik yang memiliki gugus-gugus berpasangan elektron yang bebas, seperti halnya nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin, dan zat amina (Saputra, dkk, 2018). akan tetapi bahan kimia ini memberikan efek samping yang tidak baik pada lingkungan dan juga memiliki harga yang lumayan mahal. Oleh karena hal itu pemakaian inhibitor memiliki keamanan tidak sulit diaplikasikan, mempunyai sifat *biodegradable*, biaya tidak mahal, dan ramah terhadap lingkungan sangatlah dibutuhkan untuk menghindari dampak negatif dari inhibitor anorganik.

Penggunaan inhibitor untuk menghambat laju korosi telah banyak diterapkan pada industri. Misalnya pada proses *batch pickling*, proses ini biasa dilakukan sebelum proses pelapisan galvanis pada logam. Ada beberapa daun tumbuhan yang memiliki tanin yang dapat dijadikan sebagai inhibitor alami seperti contohnya daun rambutan dengan kandungan tanin 6,62%, daun belimbing wuluh dengan kandungan tanin 10,92%, daun teh dengan kandungan tanin 5 – 15% dan daun jambu biji 9 – 12%. Daun teh memiliki kandungan tanin yang cukup tinggi namun daun teh merupakan komoditas pangan, sehingga pada penelitian ini menggunakan daun jambu biji dikarenakan bukan komoditas pangan dan tumbuhan ini banyak tumbuh di Indonesia.

logam berubah menjadi *ion-ion* dipermukaan logam terkena air. Beberapa sebab kerusakan pada benda logam dan runtuhnya infrastruktur seperti jembatan, jalan layang, dan tiang adalah korosi pada logam pada benda tersebut. Hal ini sangat merugikan bagi penggunaannya. Korosi tidak bisa diberhentikan, tetapi hanya dapat dicegah (Fazdri, dkk, 2020). Kerusakan terjadi pada logam bisa berupa penyusutan pada permukaan logam itu, adaya lubang kecil.

Corrosion Rate (Laju Korosi) adalah ukuran seberapa cepat suatu material mengalami korosi atau degradasi akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya. Adapun ukuran seberapa cepat suatu material mengalami korosi atau degradasi akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya, yang digunakan untuk menentukan ketebalan minimum yang diperlukan untuk komponen-komponen bejana tekan dan pipa yang terkena korosi. *Corrosion Rate* biasanya diukur dalam satuan yaitu *mils per year* (*mpy*), milimeter (mm), dan micrometer (μm) Semakin

tinggi nilai *Corrosion Rate*, semakin cepat material tersebut mengalami korosi.

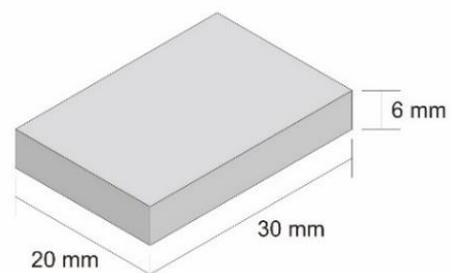
Dialam penelitian yang dilakukan ini menggunakan ekstraksi daun jambu biji (*Psidium Guajava L.*) dikarenakan tumbuhan ini banyak tumbuh di Indonesia dan pada bagian daun nya memiliki senyawa tanin. *Psidium guava linn* merupakan tanaman memiliki buah berwarna hijau pada kulit dan berwarna merah muda pada bagian isi buah saat sudah matang. Pada bagian daun jambu biji dapat mempunyai kandungan tanin 9 – 12 % (Nuryani, dkk, 2017). Tanin yang dihasilkan dari daun jambu biji merupakan inhibitor anodik berdasarkan reaksi yang dihambat (Wahyuni dan Syamsudin, 2014). Tanin ialah zat yang memiliki kandungan yang kompleks didalam pencampuran polifenol yang mana tidak mudah untuk dipindahkan. Tanin mempunyai banyak senyawa polifenol bisa memperlambat proses korosi dan menyebabkan laju korosi menjadi lambat (Yanuar, dkk, 2017). Inhibitor organik berasal dari tumbuhan yang mana mempunyai kandungan tanin. Tanin memiliki peran inhibitor anodik, yang mana runtutan proses inhibisi oksidasi secara langsung yang cara kerjanya menekan reaksi korosi pada baja dan efeknya perpindahan electron bisa diperlambat (Yetri, dkk, 2016).

METODE

Pada penelitian yang dilaksanakan ini memakai cara eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Cara ini adalah cara yang dipakai dengan tujuan agar menguji pengaruh variabel pada objek penelitian yang sedakan dilakukan penelitian dengan cara membandingkan dengan tidak adanya perlakuan yang sama. Metode ini ada dasarnya akan menambahkan inhibitor (0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%) dan mengatur suhu 35°C pada spesimen uji yaitu baja SS 304 yang direndam dalam larutan korosif berupa HCl selama 90 menit.

Tahapan yang dilakukan pada pengujian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Persiapan spesimen
 - a. Potong plat SS 304 dengan ukuran 20×30mm
 - b. Haluskan sisi spesimen bekas pemotongan
 - c. Cuci spesimen



Gambar 1 Ukuran spesimen

2. Pembuatan ekstrak pekat daun jambu biji
 - a. Siapkan daun jambu biji sebanyak 400 gram.
 - b. Cuci daun jambu biji hingga bersih menggunakan air mengalir.
 - c. Potong daun dengan ukuran kira-kira 1 cm.
 - d. Keringkan daun jambu biji di udara terbuka selama 3 hari untuk menghilangkan kadar air.

- e. Blender daun yang sudah kering hingga Menjadi serbuk.
 - f. Serbuk daun jambu biji dicampur dengan ethanol 96% sebanyak 1,6 L dan atur suhu maserasi di 50°C.
 - g. Saring hasil meserasi menggunakan kertas filter sehingga menghasilkan filtrat.
 - h. Panaskan filtrat menggunakan kompor listrik dengan menjaga suhu di 75°C sampai kandungan air dan etanol pada ekstrak habis.
 - i. Cuci ekstrak menggunakan eter dengan corong buchner dan vakum.
 - j. Keringkan
3. Analisa kualitatif tanin pada ekstrak pekat
 - a. Ambil ekstrak pekat sebanyak 10 g saat ekstrak dipanaskan dan ditambah aquades 10 ml.
 - b. Saring menggunakan kertas saring.
 - c. Teteskan larutan $FeCl_3$ pada filtrat.
 - d. Akan terjadi perubahan warna menjadi hijau kehitaman yang menunjukkan
 4. Pembuatan larutan korosif
 - a. Konsentrasi 0% Gunakan HCl 32% sebanyak 100 gram tanpa penambahan ekstrak daun jambu biji.
 - b. Konsentrasi 0,3% Siapkan 0,3 gram ekstrak daun jambu biji lalu tambahkan HCl 32% sampai 100 gram.
 - c. Konsentrasi 0,6% Siapkan 0,6 gram ekstrak daun jambu biji lalu tambahkan HCl 32% sampai 100 gram.
 - d. Konsentrasi 0,9% Siapkan 0,9 gram ekstrak daun jambu biji lalu tambahkan HCl 32% sampai 100 gram.
 5. Langkah percobaan
 - a. Timbang dan catat berat awal semua spesimen menggunakan timbangan elektrik.
 - b. Pisahkan spesimen berdasarkan perlakuan yang akan diberikan yaitu direndam dengan larutan HCl 32% dengan konsentrasi inhibitor.
 - c. Masukkan spesimen kedalam gelas yang berisi larutan HCl 32% dengan konsentrasi inhibitor.
 - d. Atur *water bath* pada suhu 35°C.
 - e. Setelah 90 menit angkat spesimen lalu cuci dengan aquades.
 - f. Timbang dan catat setiap spesimen sebagai berat akhir.

Untuk mengetahui konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji yang optimal untuk menghambat laju korosi. Maka diperlukan perhitungan laju korosi sebagai berikut (Kayadoe, dkk 2015)

$$CR(mm/y) = \frac{W.K}{D.As.T}$$

CR = Corrosion Rate (mm/y)

W = Weight Loss (gram)

K = Konstanta Factor ($8,76 \times 10^4$)

D = Densitas Spesimen (g/mm^3)

As = Surface Area (cm^2)

T = Eksposur Time (Jam)

Sedangkan untuk menghitung efesiensi inhibitor digunakan persamaan sebagai berikut (Kayadoe, dkk, 2015)

$$\eta(\%) = \frac{(CR_{unhibited} - CR_{inhibited})}{CR_{unhibited}} \times 100\%$$

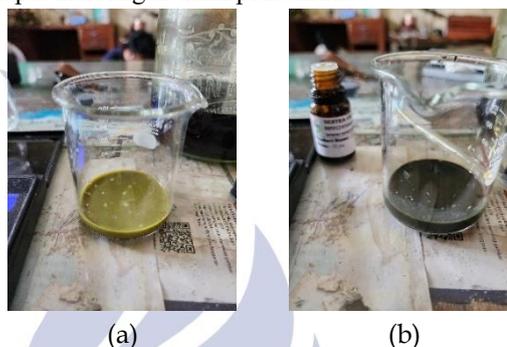
η = Efesiensi Inhibitor (%)

$CR_{unhibited}$ = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/year)

$CR_{inhibited}$ = Laju korosi dengan inhibitor (mm/year)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui adanya kadar tanin pada ekstrak pekat, maka diperlukan menambahkan larutan $FeCl_3$ pada 10 g ekstrak pekat yang sudah disaring menggunakan kertas saring. Jika filtrat menunjukkan perubahan warna menjadi hijau kehitaman, berarti terdapat kandungan tanin pada filtrat.



Gambar 2 (a) Sebelum ditambahkan $FeCl_3$, (b) Setelah ditambahkan $FeCl_3$

Senyawa tanin Kompleks dengan bahan besi (II) dan besi (III) dapat terbentuk oleh senyawa tanin. Kompleks besi (II)-tanin tidak berwarna, mudah terlarut, dan mudah teroksidasi, sehingga melekat pada permukaan besi, mencegah korosi lebih lanjut. (Ali, dkk, 2014).

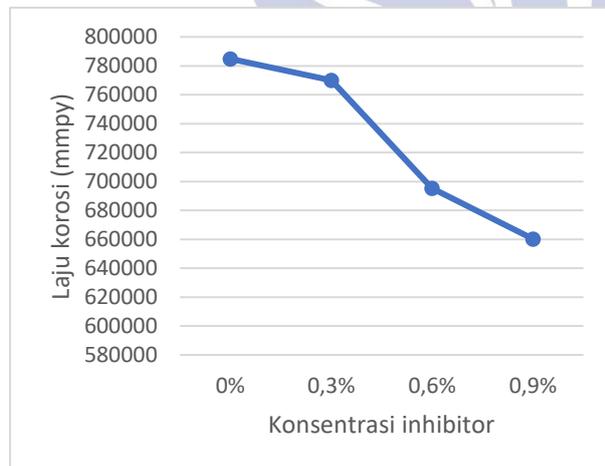
Setelah melakukan penelitian dengan merendam logam masing-masing selama 90 menit dengan variabel yang sudah ditentukan, Selanjutnya, perhitungan kehilangan berat, juga dikenal sebagai kehilangan berat, dilakukan dengan melakukan selisih antara berat awal dan berat akhir. Data tentang laju korosi diperoleh dari perhitungan metode kehilangan berat sesuai dengan standar ASTM G1.

Data hasil pengujian laju korosi SS 304 dan efesiensi inhibitor dalam variasi suhu dan konsentrasi perendaman ditunjukkan pada tabel 1.

Analisa laju korosi digunakan untuk mengetahui tingkat inhibisi konsentrasi ekstrak daun jambu biji, di mana variasi konsentrasi selama perendaman dibandingkan dengan laju korosi.

Tabel 1 Hasil perendaman pada suhu 35°C

Konsentrasi inhibitor (%)	Spesimen	Laju korosi (mmpy)	Rata-rata laju korosi (mmpy)	Efisiensi Inhibitor (%)	Rata-rata efisiensi inhibitor (%)
0	A	773641,3	784835,01		
	B	791566,27			
	C	789297,48			
0,3	A	760580,02	769934,62	3,09	1,89
	B	773925,5		1,39	
	C	775298,33		1,21	
0,6	A	699477,35	695200,3	10,87	11,42
	B	691830,07		11,85	
	C	694293,48		11,53	
0,9	A	672021,66	660261,32	14,37	15,87
	B	646269,49		17,65	
	C	662492,82		15,58	



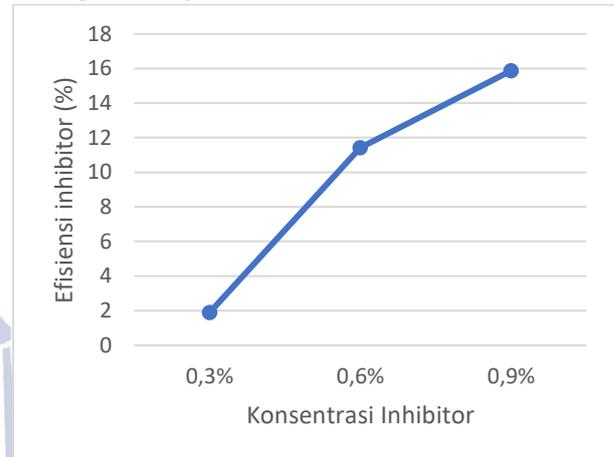
Gambar 3 Grafik laju korosi

Pada grafik diatas menunjukkan tren penurunan laju korosi seiring semakin tingginya konsentrasi inhibitor. Pada konsentrasi 0% atau yang tidak menggunakan inhibitor memiliki rata-rata hasil laju korosi yang lebih tinggi yaitu 784835,01 mmpy dibandingkan dari yang menggunakan ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor pada saat proses perendaman. Sedangkan rata-rata laju korosi terendah 660261,32 mmpy pada konsentrasi 0,9%.

Semakin tinggi konsentrasi akan dapat menurunkan laju korosi karena, inhibitor dengan konsentrasi lebih tinggi dapat membentuk lapisan pelindung yang lebih tebal pada logam. Hal ini dikarenakan daun jambu biji mengandung tanin yang dapat membentuk lapisan tipis berupa Fe-tannat, lalu dengan adanya adsorpsi jumlah

dan wilayah meningkat karena adanya penambahan konsentrasi inhibitor (Hartanto dan Wicaksono, 2018).

Analisa efisiensi inhibitor diperlukan untuk mengetahui berapa konsentrasi yang optimal digunakan untuk perlindungan korosi.



Gambar 4 Efisiensi inhibitor pada suhu 35°C

Dari grafik diatas menunjukkan semakin tinggi konsentrasi inhibitor maka semakin tinggi juga nilai efisiensi inhibitorynya. Pada konsentrasi 0,3% memiliki efisiensi terendah dengan nilai efisiensi inhibitor 1,89%, lalu pada konsentrasi 0,6% memiliki nilai efisiensi lebih tinggi dengan nilai efisiensi inhibitor 11,42% daripada konsentrasi 0,3% dan konsentrasi ekstrak daun jambu biji 0,9% memiliki nilai efisiensi inhibitor tertinggi dengan nilai efisiensi inhibitor 15,87%. Seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor dapat menaikkan persentase efisiensi inhibitor. Hal tersebut dikarenakan mekanisme adsorpsi dari melekul inhibitor dan cakupan permukaan yang lebih besar, sehingga mampu memblokir situs aktif pada logam dengan lingkungan korosif (Akrom, 2022).



Sebelum perendaman Sesudah perendaman

Gambar 5 Spesimen C sebelum dan sesudah perendaman dengan konsentrasi 0,6%

Pickling merupakan proses menghilangkan kotoran atau noda yang menempel pada permukaan logam dengan menggunakan media larutan asam. Maka pada penelitian ini inhibitor ekstrak daun jambu biji harus bisa menurunkan laju korosi pada logam akibat cairan asam namun juga tidak menghalangi proses pembersihan permukaan logam.

Spesimen dipakai dipenelitian ini memakai spesimen awal yang dalam keadaan kotor untuk mengetahui apakah pada penelitian ini dapat melakukan proses pembersihan pada logam. Selama proses *pickling*, larutan korosif tidak hanya melarutkan kerak dan kotoran, namun juga dapat menyerang logam dasar, hal ini dapat menyebabkan *over pickling*, sehingga diperlukan inhibitor untuk melindungi logam dasar (Martins, dkk, 2019).

Pada gambar 5 menunjukkan sebelum perendaman SS 304 memiliki permukaan yang kotor. Setelah dilakukan perendaman menggunakan inhibitor alami berupa ekstrak daun jambu biji, permukaan SS 304 memiliki permukaan yang bersih.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji korosi pada SS 304 dengan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji dan variasi suhu perendaman didapat kesimpulan:

1. Terdapat pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap tingkat efisiensi inhibitor. Dimana nilai efisiensi inhibitor naik saat konsentrasi inhibitor daun jambu biji lebih tinggi. Dimana rata-rata nilai efisiensi inhibitor tertinggi 15,87% terdapat pada variasi konsentrasi 0,9%.
2. Terdapat pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap laju korosi SS 304. Dimana laju korosi menurun saat ditambahkan inhibitor ekstrak daun jambu biji. Tanpa inhibitor laju korosi memiliki rata-rata nilai laju korosi 784835,01. Rata-rata nilai laju korosi terendah pada penelitian ini 660261,32 mmpy terdapat pada variasi konsentrasi inhibitor 0,9%. Ini menunjukkan bahwa inhibitor alami ekstrak daun jambu biji dapat menurunkan laju korosi.
3. Inhibitor ekstrak daun jambu biji dapat dijadikan inhibitor alami yang ramah lingkungan pada proses *pickling*.

Saran

Agar penelitian selanjutnya bisa lebih maksimal, maka didapat saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan menambahkan variasi lama perendaman untuk mengetahui apakah lama perendaman dapat mempengaruhi efisiensi inhibitor.
2. Pada saat perendaman logam disarankan untuk menggantung logam agar semua spesimen mendapatkan perlakuan yang sama.
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan ekstrak daun jambu biji dengan bahan alami lainnya yang dapat dijadikan sebagai inhibitor alami, supaya bisa mendapatkan inhibitor alami yang yang maksimal.
4. Mencari tahu apa yang terkandung pada larutan hasil *pickling*, untuk mengetahui apa saja yang terlarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Saputri, D., & Nugroho, R. F. (2014). Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*, Linn) sebagai inhibitor terhadap laju korosi baja SS 304 dalam larutan garam dan asam. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(1).
- Akrom, M. (2022). Experimental Investigation of Natural Plant Extracts as A Green Corrosion Inhibitor in Steel. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 5(01), 1-15.
- Bentiss, F., Traisnel, M., & Lagrenee, M. (2000). The substituted 1, 3, 4-oxadiazoles: a new class of corrosion inhibitors of mild steel in acidic media. *Corrosion science*, 42(1), 127-146.
- Fazdri, M., Saefuloh, I., & Kanani, N. (2020). Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*) terhadap laju korosi baja api 51. *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 12(1), 12-18.
- Hartanto, S., & Wicaksono, M. A. (2018). Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*, Linn.) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja Dalam Media 3% NaCl. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 7-11.
- Martins, MC., Oliveira, JR., Denis, A. (2019). *REDUCTION OF PICKLING LOSS BY OPTIMIZATION OF INHIBITION*. *Journal of abm week 2019*, 2-3.
- Nuryani, S. (2017). Pemanfaatan ekstrak daun jambu biji (*psidium guajava linn*) sebagai antibakteri dan antifungi. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 6(2), 41-45.
- Raihan, M. R., & Yunitasari, B. (2025). EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (*PSIDIUM GUAJAVA*, LINN) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA KOMPONEN BOILER. *Jurnal Teknik Mesin*, 19-24.
- Saputra, T. R., Ngatin, A., & Sarungu, Y. T. (2018). Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*kalanchoe pinnata*) dengan kepolaran berbeda. *Fullerene Journal of Chemistry*, 3(1), 5-8.
- Setiawan, J., & Sungkono, S. (2017). Karakteristik Daktilitas SS304 Yang Teroksidasi Pada Temperatur Tinggi. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 23(3).
- Stiadi, Y., Arief, S., Aziz, H., Efdi, M., & Emriadi, E. (2019). Inhibisi Korosi Baja Ringan Menggunakan Bahan Alami Dalam Medium Asam Klorida. *Jurnal Riset Kimia*, 10(1), 51-65.

- Kayadoe, V., Fadli, M., Hasim, R., & Tomaso, M. (2015). Ekstrak daun pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) sebagai inhibitor korosi baja SS-304 dalam larutan H₂SO₄. *Molekul*, 10(2), 88-96.
- 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).

