

ANALISIS EFEKTIVITAS EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana*) SEBAGAI GREEN INHIBITOR TERHADAP LAJU KOROSI BAJA SS400 DALAM MEDIA ASAM SULFAT (H_2SO_4)

M.Faris Kharisma Putra¹, Mochammad Basjir², Unung Lesmanah³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang
Jalan MT Haryono 193 Malang, 6514, Indonesia
LPPM Universitas Islam Malang, Jalan MT. Haryono 193 Malang, 65144, Indonesia
Email: 22001052073@unisma.ac.id

ABSTRAK

Korosi merupakan salah satu permasalahan utama pada penggunaan baja SS400 di lingkungan asam karena dapat menurunkan kekuatan mekanik, memperpendek umur pakai material, serta menyebabkan kerugian ekonomi. Penggunaan inhibitor sintesis dinilai efektif, namun memiliki dampak negatif terhadap lingkungan sehingga diperlukan alternatif berupa *green inhibitor*. Salah satu bahan alami yang berpotensi digunakan sebagai inhibitor korosi adalah ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) yang mengandung senyawa flavonoid, tanin, xanthone, dan polifenol. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas ekstrak kulit manggis sebagai *green inhibitor* terhadap laju korosi pada baja SS400 serta mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman dengan metode *weight loss*. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi konsentrasi inhibitor 0, 400, 600, dan 800 ppm serta waktu perendaman 120, 288, dan 480 jam. Pengujian dilakukan menggunakan metode *weight loss*, sedangkan analisis data meliputi uji Shapiro–Wilk, Levene, ANOVA dua arah, dan Tukey HSD menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak kulit buah manggis mampu menurunkan laju korosi dan nilai kehilangan berat pada seluruh variasi waktu perendaman. Konsentrasi 800 ppm memberikan laju korosi dan kehilangan berat terendah sehingga menjadi perlakuan paling efektif. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah manggis berpotensi sebagai inhibitor korosi alami yang efektif untuk melindungi baja SS400 dalam media H_2SO_4 .

Kata Kunci: baja SS400, ekstrak kulit buah manggis, *green inhibitor*, korosi, *weight loss*.

ABSTRACT

Corrosion is one of the main problems associated with the use of SS400 steel in acidic environments because it can reduce mechanical strength, shorten the material's service life, and cause economic losses. The use of synthetic inhibitors is considered effective but has negative environmental impacts, making it necessary to find an alternative in the form of a *green inhibitor*. One natural material with potential for use as a corrosion inhibitor is mangosteen (*Garcinia mangostana*) peel extract, which contains flavonoids, tannins, xanthenes, and polyphenols. This study aims to analyze the effectiveness of mangosteen peel extract as a *green inhibitor* against the corrosion rate of SS400 steel and to evaluate the effects of varying inhibitor concentrations and immersion times using the *weight loss* method. The study employed an experimental design with inhibitor concentrations of 0, 400, 600, and 800 ppm and immersion times of 120, 288, and 480 hours. Testing was conducted using the *weight loss* method, while data analysis included the Shapiro–Wilk test, Levene's test, two-way ANOVA, and Tukey HSD test using SPSS. The results of the study show that increasing the concentration of mangosteen peel extract reduces the corrosion rate and weight loss across all immersion time intervals. A concentration of 800 ppm yielded the lowest corrosion rate and weight loss, making it the most effective treatment. These results indicate that mangosteen peel extract has the potential to serve as an effective natural corrosion inhibitor for protecting SS400 steel in H_2SO_4 .

Keywords: SS400 steel, mangosteen peel extract, *green inhibitor*, corrosion, *weight loss*.

PENDAHULUAN

Baja SS400 merupakan material yang banyak digunakan pada sektor konstruksi dan manufaktur karena memiliki sifat mekanik yang baik, mudah dilas, serta ekonomis. Namun, baja dikenal memiliki sifat mekanik yang baik dan banyak dimanfaatkan sebagai material konstruksi, material ini tetap memiliki kelemahan berupa kerentanan terhadap korosi, terutama ketika terpapar lingkungan yang bersifat asam, seperti larutan asam sulfat (H_2SO_4). Terjadinya korosi dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kekuatan material, memperpendek masa pakai komponen, serta meningkatkan biaya yang diperlukan untuk pemeliharaan maupun penggantian. Salah satu metode pengendalian korosi yang banyak diterapkan adalah penggunaan inhibitor korosi. Namun, sebagian besar inhibitor sintetis berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan akibat sifat toksik dan sulit terurai. Oleh karena itu, pengembangan inhibitor korosi berbasis bahan alami yang lebih ramah lingkungan menjadi alternatif yang semakin banyak mendapat perhatian dalam berbagai penelitian.

Ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) adalah salah satu sumber *green inhibitor* yang mengandung senyawa aktif seperti xanthone, flavonoid, tanin, dan polifenol. Senyawa-senyawa tersebut mampu mengurangi interaksi antara logam dan media korosif sehingga laju korosi dapat ditekan. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah manggis efektif dalam meningkatkan ketahanan korosi pada berbagai jenis baja. Namun, kajian mengenai penggunaannya pada baja SS400 dengan variasi konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman masih terbatas.

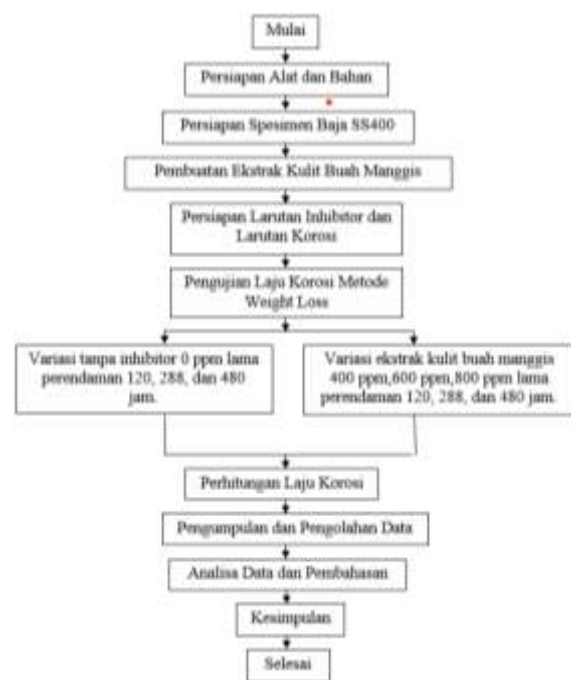
Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas ekstrak kulit manggis sebagai *green inhibitor* terhadap laju korosi pada baja SS400 serta mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman dengan metode *weight loss*. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan inhibitor korosi alami yang efektif dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas ekstrak kulit manggis sebagai *green inhibitor* terhadap laju korosi pada baja SS400 serta mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman dengan metode *weight loss*. Spesimen baja SS400 berukuran $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ dipersiapkan sesuai standar ASTM G31, kemudian direndam dalam larutan H_2SO_4 1 M yang mengandung ekstrak kulit buah manggis dengan

variasi konsentrasi 0, 400, 600, dan 800 ppm. Pengujian dilakukan pada tiga variasi waktu perendaman, yaitu 120, 288, dan 480 jam, dengan tiga kali pengulangan untuk setiap perlakuan.

Laju korosi ditentukan menggunakan metode *weight loss* melalui pengukuran massa spesimen sebelum dan setelah proses perendaman. Parameter yang diamati meliputi laju korosi, kehilangan berat (*weight loss*), dan efisiensi inhibitor. Data penelitian selanjutnya dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS melalui uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, dan uji ANOVA dua arah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor, waktu perendaman, serta interaksi keduanya. Apabila hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji *Post Hoc* Tukey HSD pada taraf signifikansi 5%.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Grafik Rata-rata Nilai Laju Korosi

Tabel 1. Rata-rata Nilai Laju Korosi

Variasi Ekstrak	Waktu (jam)	Laju Korosi (mpy)			Rata-rata (mpy)
		1	2	3	
Tanpa ekstrak	120	0,5435	0,5356	0,5628	0,5473
	288	0,2846	0,2970	0,2978	0,2931
	480	0,1418	0,1389	0,1451	0,1419
400 ppm	120	0,4656	0,4634	0,4550	0,4613
	288	0,1923	0,1924	0,2001	0,1949
	480	0,1260	0,1310	0,1306	0,1292
600 ppm	120	0,2332	0,2289	0,2341	0,2320
	288	0,1454	0,1456	0,1436	0,1448
	480	0,1091	0,1034	0,1016	0,1047
800 ppm	120	0,1895	0,1995	0,1995	0,1961
	288	0,0888	0,0876	0,0898	0,0887
	480	0,0568	0,0583	0,0570	0,0573

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit buah manggis dapat menurunkan laju korosi baja SS400 dalam media asam sulfat (H_2SO_4). Pada waktu perendaman 120, 288, dan 480 jam, laju korosi cenderung menurun seiring peningkatan konsentrasi ekstrak dari 0, 400, 600 hingga 800 ppm. Rata-rata laju korosi pada konsentrasi 800 ppm berturut-turut sebesar 0,1961; 0,0887; dan 0,0573 mpy, sedangkan tanpa inhibitor masing-masing sebesar 0,5473; 0,2931; dan 0,1419 mpy. Spesimen tanpa inhibitor juga mengalami kerusakan sangat parah pada waktu perendaman 288 dan 480 jam, bahkan beberapa spesimen memiliki berat akhir 0 gram. Sebaliknya, spesimen dengan inhibitor masih mempertahankan massa, terutama pada konsentrasi 800 ppm.

Tabel 2. Uji ANOVA Two-Way Variasi Konsentrasi dan Waktu Perendaman Ekstrak Kulit Buah Manggis terhadap Laju Korosi

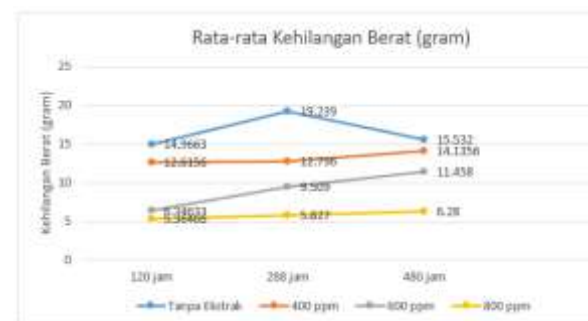
Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	14,248 ^a	11	1,295	2718,055	<0,001	0,999
Intercept	108,138	1	108,138	226741,793	<0,001	1,000
ekstrak	5,698	3	1,899	3975,278	<0,001	0,988
waktu	0,193	2	0,096	8588,976	<0,001	0,999
ekstrak * waktu	0,369	6	0,061	128,953	<0,001	0,970
Error	0,011	24	0,000			
Total	122,388	36				
Corrected Total	14,260	35				

Secara statistik, data laju korosi terlebih dahulu ditransformasi menggunakan logaritma natural (Ln). Uji Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data telah memenuhi asumsi normalitas dengan nilai signifikansi $>0,05$, sedangkan uji homogenitas Levene menghasilkan nilai signifikansi 0,118

($>0,05$), sehingga varians data dinyatakan homogen. Hasil *Two-Way ANOVA* menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak berpengaruh signifikan terhadap laju korosi dengan $F = 3975,278$ dan $p < 0,001$. Waktu perendaman juga memberikan pengaruh signifikan dengan $F = 8588,976$ dan $p < 0,001$. Hasil uji Tukey HSD menunjukkan bahwa konsentrasi 0, 400, 600, dan 800 ppm berada pada kelompok yang berbeda, dengan 800 ppm menghasilkan rata-rata Ln laju korosi terendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak dan variasi waktu perendaman memberikan perbedaan nyata terhadap laju korosi baja SS400.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Kehilangan Berat

Variasi Ekstrak	Waktu (jam)	Kehilangan Berat (gr)			Rata-rata (gr)
		1	2	3	
Tanpa ekstrak	120	14,863	14,646	15,390	14,966
	288	18,680	19,493	19,544	19,239
	480	15,517	15,202	15,877	15,532
400 ppm	120	12,733	12,671	12,443	12,615
	288	12,624	12,627	13,137	12,796
	480	13,786	14,328	14,293	14,135
600 ppm	120	6,377	6,261	6,401	6,346
	288	9,543	9,555	9,429	9,509
	480	11,936	11,319	11,119	11,458
800 ppm	120	5,182	5,456	5,456	5,364
	288	5,831	5,755	5,895	5,827
	480	6,213	6,383	6,244	6,280

**Gambar 3. Grafik Rata-rata Nilai Kehilangan Berat**

Hasil pengukuran kehilangan berat (*weight loss*) menunjukkan pola yang sejalan dengan laju korosi. Rata-rata kehilangan berat pada konsentrasi 800 ppm merupakan yang terendah, yaitu 5,364 gr pada 120 jam, 5,827 gr pada 288 jam, dan 6,280 gr pada 480 jam. Sementara itu, spesimen tanpa inhibitor mengalami kehilangan berat paling besar, yaitu

14,966 gr, 19,239 gr, dan 15,532 gr pada waktu perendaman yang sama. Hasil penelitian tersebut terbukti bahwa keberadaan ekstrak kulit buah manggis dapat mengurangi pelarutan logam selama proses korosi.

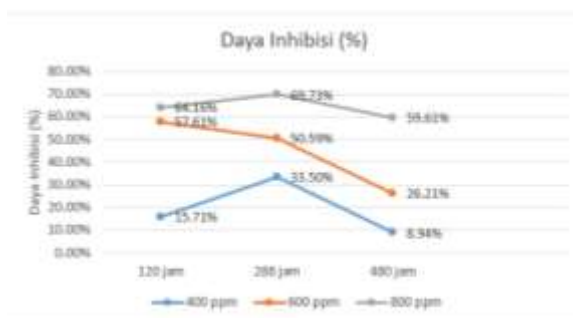
Tabel 4. Uji ANOVA Two-Way Pengaruh Variasi Konsentrasi dan Waktu Perendaman Ekstrak Kulit Buah Manggis terhadap Nilai Kehilangan Berat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	8.401 ^a	11	0.764	1226.462	<0.001	0.999
Intercept	198.571	1	198.571	411746.302	<0.001	1.000
ekstrak	0.804	3	0.268	3993.089	<0.001	0.998
waktu	0.349	2	0.174	367.729	<0.001	0.999
ekstrak * waktu	0.308	6	0.051	129.392	<0.001	0.970
Error	0.011	24	0.000			
Total	201.794	36				
Corrected Total	8.413	35				

Analisis statistik terhadap *weight loss* dilakukan setelah transformasi Ln. Uji normalitas (Shapiro–Wilk) menunjukkan data memenuhi asumsi normalitas ($p > 0,05$), sedangkan uji homogenitas (Levene test) menghasilkan nilai signifikansi 0,114 ($>0,05$), sehingga data dinyatakan homogen. Hasil *Two-Way ANOVA* menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak berpengaruh signifikan terhadap *weight loss* dengan $F = 3993,089$ dan $p < 0,001$. Waktu perendaman juga berpengaruh signifikan dengan $F = 367,729$ dan $p < 0,001$. Selain itu, terdapat interaksi signifikan antara konsentrasi ekstrak dan waktu perendaman dengan $F = 129,392$ dan $p < 0,001$. Uji Tukey HSD menunjukkan bahwa konsentrasi 800 ppm memiliki rata-rata Ln *weight loss* terendah dibandingkan konsentrasi lainnya.

Tabel 5. Nilai Daya Inhibisi

Waktu	Variasi ekstrak kulit buah manggis		
	400 ppm	600 ppm	800 ppm
120 jam	15,71%	57,61%	64,16%
288 jam	33,50%	50,59%	69,73%
480 jam	8,94%	26,21%	59,61%



Gambar 4. Grafik Nilai Daya Inhibisi

Perhitungan daya inhibisi menunjukkan bahwa konsentrasi 800 ppm memberikan efektivitas tertinggi pada seluruh waktu perendaman. Nilai

daya inhibisi pada konsentrasi tersebut sebesar 64,16% pada 120 jam, 69,73% pada 288 jam, dan 59,61% pada 480 jam. Nilai tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 800 ppm merupakan perlakuan paling efektif dalam menghambat korosi baja SS400.

Penurunan laju korosi dan kehilangan berat pada konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi berkaitan dengan kemampuan senyawa aktif dalam ekstrak kulit buah manggis, seperti xanton, flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik, untuk teradsorpsi pada permukaan baja. Adsorpsi tersebut membentuk lapisan pelindung (*protective film*) yang menghambat kontak antara permukaan baja dan ion-ion korosif dalam H_2SO_4 , sehingga proses oksidasi dan pelarutan logam dapat diperlambat. Hubungan antara laju korosi dan *weight loss* juga menunjukkan kecenderungan yang searah karena laju korosi ditentukan berdasarkan kehilangan massa spesimen selama perendaman. Hasil ini mendukung temuan penelitian terdahulu bahwa ekstrak kulit buah manggis berpotensi digunakan sebagai *green inhibitor* untuk menghambat korosi baja dalam lingkungan asam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Variasi konsentrasi ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) dan waktu perendaman berpengaruh terhadap laju korosi baja SS400 dalam media asam sulfat (H_2SO_4). Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, yaitu dari 0 ppm, 400 ppm, 600 ppm hingga 800 ppm, maka laju korosi yang terjadi semakin rendah pada seluruh variasi waktu perendaman (120 jam, 288 jam, dan 480 jam). Konsentrasi 800 ppm merupakan konsentrasi yang paling efektif karena menghasilkan nilai laju korosi terendah, sedangkan spesimen tanpa inhibitor (0 ppm) mengalami laju korosi tertinggi, bahkan pada waktu perendaman 288 jam dan 480 jam beberapa spesimen mengalami kerusakan yang sangat parah hingga habis terkorosi.
- Hasil analisis kehilangan berat (*weight loss*) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak kulit buah manggis dan waktu perendaman juga berpengaruh terhadap massa baja SS400 yang hilang selama proses korosi dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4). Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang ditambahkan, semakin kecil nilai kehilangan berat yang diperoleh pada setiap waktu perendaman. Konsentrasi 800 ppm memberikan kehilangan berat paling rendah

sehingga mampu mempertahankan massa baja lebih baik dibandingkan konsentrasi lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah manggis efektif sebagai inhibitor korosi alami karena mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja dan menghambat proses pelarutan logam selama pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-amieri, A. A., Nor, W., & Wan, R. (2023). *Corrosion Inhibitors : Natural and Synthetic Organic Inhibitors*.
- ASTM G31-72 (2004). (2004). *Standard Practice for Laboratory Immersion : Vol. i* (Issue Reapproved). ASTM International.
- Clayton, C. R. (1987). Materials science and engineering: An introduction. In *Materials Science and Engineering* (Vol. 94). John Wiley & Sons. [https://doi.org/10.1016/0025-5416\(87\)90343-0](https://doi.org/10.1016/0025-5416(87)90343-0)
- El Aoufir, Y., et al. (2020). (2020). *Plant Extracts as Green Corrosion Inhibitors for Different Metal Surfaces and Corrosive Media : A Review*.
- Elviana, S., Ibrahim, I., Muarif, A., & Sylvia, N. (2024). *PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR ALAMI DARI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS TERHADAP LAJU KOROSI BAJA ST 41*. 4(Agustus), 487–499.
- Katingal, F. B., Pramono, C., Hilmy, F., Teknik, F., Tidar, U., Tengah, J., & Korosi, L. (2023). *POTENSI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS SEBAGAI INHIBITOR PADA BAJA ST 42 TERHADAP LAJU KOROSI DALAM MEDIA AIR LAUT*. *POTENSI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS SEBAGAI INHIBITOR PADA BAJA ST 42 TERHADAP LAJU KOROSI DALAM MEDIA AIR LAUT*.
- Kurniawan, A., Pratikto, P., & Wahyudi, S. (2020). (2020). *Utilization of mangosteen extract as a corrosion inhibitor of carbon steel in acid environment (HCl) Utilization of mangosteen extract as a corrosion inhibitor of carbon steel in acid environment (HCl)*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/2/022013>
- Peter, A., & Sanjay, I. B. O. (2015). Use of natural gums as green corrosion inhibitors : an overview. *International Journal of Industrial Chemistry*, 6(3), 153–164. <https://doi.org/10.1007/s40090-015-0040-1>
- 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>
- Zulfikri, A., Raharjo, A., & Basjir, M. (2025). *PENGARUH EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS SEBAGAI GREEN INHIBITOR CORROSION PADA LAJU KOROSI BAJA A36 DALAM MEDIA ASAM KLOORIDA 123 Universitas Islam Malang Peningkatan dalam lini industri saat ini tidak dapat lepas dari pemakaian logam . Logam , salah satu unsu.*