

## PEMANFAATAN EKSTRAK BUAH *Psidium Guajava* SEBAGAI GREEN INHIBITOR UNTUK KOROSI BESI PADA LARUTAN ASAM SULFAT

Said Ali Akbar

Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Serambi Mekkah, Aceh, 23245, Indonesia  
[said.aliakbar@serambimekkah.ac.id](mailto:said.aliakbar@serambimekkah.ac.id)

**ABSTRAK:** Efek inhibisi dari ekstrak buah *Psidium Guajava* (PG) pada korosi logam besi dipelajari dengan menggunakan metode penurunan berat. Laju korosi besi dalam media PG-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berkurang secara relatif terhadap media larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tanpa PG. Efisiensi inhibisi meningkat dengan semakin banyaknya konsentrasi ekstrak dan serta kenaikan suhu. Efisiensi inhibisi tertinggi tercatat 83,63% pada konsentrasi ekstrak 10 g/L pada 60 °C. Energi aktivasi (E<sub>a</sub>) korosi besi dalam medium PG-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lebih rendah dari pada tanpa PG. Parameter termodinamika yang telah dihitung menunjukkan bahwa proses inhibisi korosi adalah endotermik dan spontan. Adsorpsi PG pada permukaan besi sesuai dengan model adsorpsi isoterm Langmuir.

**Kata Kunci :** asam sulfat, *green inhibitor*, isoterm langmuir, *Psidium Guajava*

**ABSTRACT:** The inhibitory effect of *Psidium Guajava* (PG) fruit extract on iron metal corrosion was studied using the weight loss method. The corrosion rate of iron in the PG-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> medium was reduced relative to the medium of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> without PG. The inhibition efficiency increases with increasing concentration of extracts and increases in temperature. The highest inhibition efficiency was 83.63% at an extract concentration of 10 g/L at 60 °C. The activation energy (E<sub>a</sub>) iron corrosion in the PG-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> medium was lower than without PG. Thermodynamic parameters that have been calculated, indicating the corrosion inhibition processes are endothermic and spontaneous. The adsorption of PG on the iron surface was accordance with the Langmuir isotherm adsorption model.

**Keywords:** green inhibitor, langmuir isotherm, *Psidium Guajava*, sulfuric acid

### 1. PENDAHULUAN

Studi inhibitor korosi telah memberikan para peneliti kesempatan dalam menguji sifat anti korosi suatu bahan untuk mengatasi ancaman korosi logam di media yang berbeda. Inhibitor korosi terbagi atas dua tipe yaitu, inhibitor yang terbuat secara sintesis kimia dan inhibitor yang alami. Pada aplikasi industri umumnya digunakan inhibitor sintesis dari senyawa yang mengandung silikat, molibdat, kromat, fosfat, borat, dikromat, tungstat, dan arsenat [1-4]. Namun, senyawa tersebut bersifat beracun, tidak ramah lingkungan, serta harga beli dan biaya preparasi yang mahal. Oleh sebab itu, perlu adanya pengembangan suatu inhibitor korosi yang

ramah lingkungan sebagai alternatif lain. Beberapa penelitian melaporkan, penggunaan ekstrak lada hitam sebagai inhibitor korosi logam, keefektifan inhibitor tersebut dikarenakan ekstrak tersebut mengandung unsur nitrogen dari golongan alkaloid yang membentuk senyawa kompleks dipermukaan besi [5]. Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak *lawsonia* digunakan sebagai inhibitor pada besi karbon dalam media 3,5% NaCl. Ekstrak tersebut memberikan efisiensi sebesar 91,01% pada konsentrasi 800 ppm. Ekstrak *lawsonia* kaya akan unsur O dari Polifenol berupa flavonoid [5]. Penelitian mengenai *green inhibitor* dengan menggunakan gelatin pada baja dalam media larutan HCl telah

dilaporkan [6]. Gelatin mampu menghambat korosi sebesar sampai penggunaan 15% HCl. Secara keseluruhan semua informasi tadi menggunakan ekstrak alami atau dapat disebut sebagai *green inhibitor*. Pada dasarnya, *green inhibitor* mengandung unsur P, S, N, O, dan unsur-unsur yang mempunyai pasangan elektron bebas [7].

Komposisi kimia dan aktivitas dari tumbuhan Jambu Biji (*Psidium guajava*) telah dilaporkan [8,9], berdsarkan referensi menunjukkan bahwa, pada buah Jambu Biji terkandung flavonoid golongan *Quercetin* dan *Guaijavarin*. Oleh karena flavonoid merupakan metabolit sekunder golongan polifenol yang kaya akan unsur pendonor elektron, maka dalam hal ini peneliti ingin melakukan studi pada buah Jambu Biji sebagai inhibitor korosipada logam besi. Sejauh ini belum ada penelitian terkait aplikasi komponen dari buah Jambu Biji sebagai penghambat korosi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi rotary evaporator dan peralatan gelas yang ada di laboratorium. Selanjutnya bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu biji merah, paku, bahan kimia yang digunakan etanol teknis (96%), asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

### Proses Ekstraksi Buah Jambu Biji

Buah jambu biji merah dibersihkan dengan air, lalu dihaluskan menggunakan *blender*. Bubur buah jambu biji hasil penghalusan ditimbang sebanyak 25 g, selanjutnya diekstraksi selama 48 jam dengan menggunakan pelarut etanol sebanyak 1 L. Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu terjaga  $100^\circ C$  selama 2 jam untuk menghasilkan ekstrak buah jambu biji kental.

### Pengujian Kinerja Inhibitor

Paku besi dibersihkan dan ditimbang, kemudian ditangguhkan dengan kait dan batang kaca, lalu sepenuhnya direndam dalam  $100\text{ cm}^3$  larutan  $H_2SO_4$  1 M (kosong) dan dalam larutan  $H_2SO_4$  1 M yang mengandung 1 g/L - 10 g/L ekstrak PG dalam gelas kimia

terbuka. Setiap gelas berisi paku besi. Suhu percobaan diatur dengan menempatkan gelas dalam penangas air termostatik yang suhunya dipertahankan pada  $30^\circ C$ ,  $40^\circ C$ ,  $50^\circ C$ , dan  $60^\circ C$ . Setelah empat jam, Paku besi diambil dari larutan uji, digosok dengan sikat bulu di bawah air mengalir, dicelupkan ke dalam aseton dan dikeringkan pada udara terbuka. Paku besi dicuci ulang. Laju korosi ( $v_{korosi}$ ), efisiensi Inhibisi (EI), dan derajat cakupan permukaan ( $\theta$ ) dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$v_{korosi} = \frac{W}{A \cdot t} \text{ (mg.cm}^{-2}\text{.jam}^{-1}\text{)}$$

$$EI = \left( \frac{v_o - v_1}{v_o} \right) \times 100\%$$

$$\theta = \frac{v_o - v_1}{v_o}$$

di mana W adalah penurunan berat paku besi (mg), A adalah total luas permukaan paku besi ( $\text{cm}^2$ ), t adalah waktu perendaman (jam),  $v_o$  adalah laju korosi tanpa adanya inhibitor, sementara  $v_1$  adalah laju korosi dengan menggunakan inhibitor.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Ekstraksi Buah Jambu Biji

Ekstraksi buah jambu biji dilakukan dengan metode maserasi. Setelah dimaserasi selama 2 hari didapatkan ekstrak buah jambu biji yang kemudian disaring agar terpisah antara residu dengan filtratnya. Ekstrak dipisahkan dari pelarutnya menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu terjaga  $100^\circ C$  selama 2 jam (Gambar 1).

### Pengaruh konsentrasi PG terhadap efisiensi inhibisi

Penambahan ekstrak PG dalam larutan  $H_2SO_4$  1 M mengakibatkan terjadi penurunan laju korosi besi dibandingkan dengan tanpa inhibitor. Hasil ini diperoleh dengan trend yang serupa pada semua tingkatan suhu. Oleh sebab itu, semakin banyak ekstrak PG yang digunakan membuat efisiensi inhibisi semakin meningkat seperti diilustrasikan pada Gambar 2.

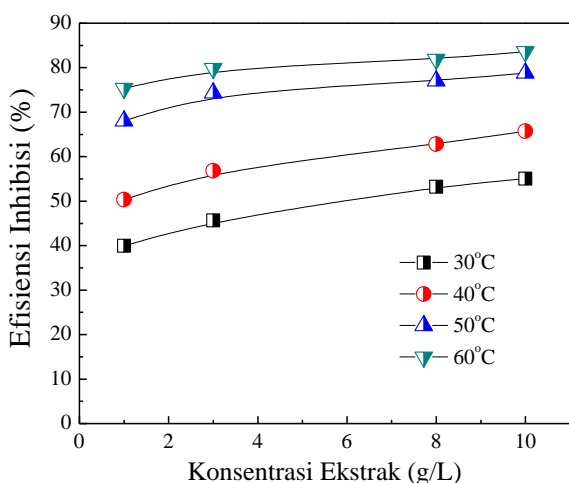


**Gambar 1.** Proses ekstraksi buah jambu biji

Diamati juga bahwa efisiensi inhibisi PG meningkat dengan meningkatnya suhu. Efisiensi inhibisi tertinggi adalah 83,63% terjadi pada 10 g/L konsentrasi PG pada 60 °C. Ini menunjukkan bahwa PG cukup baik digunakan sebagai inhibitor korosi pada besi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Pengaruh suhu pada efisiensi penghambatan**

Efisiensi inhibisi ekstrak PG pada logam paku dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M juga dipengaruhi oleh perubahan suhu. Efisiensi inhibisi dan cakupan permukaan (Θ) PG meningkat dengan meningkatnya suhu. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak PG lebih efektif sebagai inhibitor pada suhu yang lebih tinggi daripada pada suhu yang lebih rendah. Serta cukup signifikan karena menunjukkan bahwa ekstrak dapat digunakan sebagai inhibitor dalam proses suhu tinggi. Lebih lanjut, peningkatan

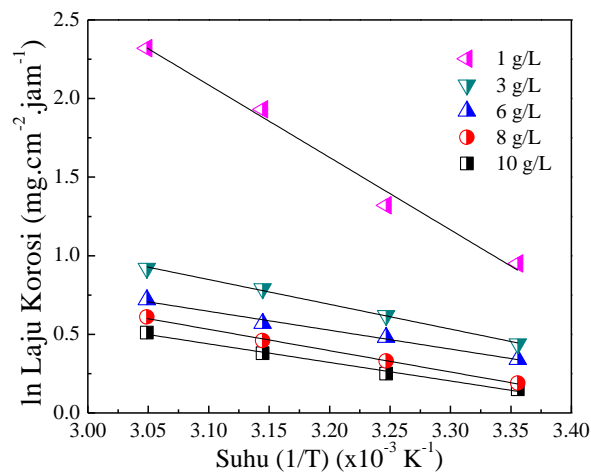


**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi ekstrak PG terhadap efisiensi inhibisi korosi paku dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

efisiensi inhibisi dengan peningkatan suhu mensiratkan bahwa ekstrak secara kimia teradsorpsi ke permukaan besi. Energi aktivasi (E<sub>a</sub>) korosi logam besi dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M tanpa dan ada ekstrak PG, dihitung menggunakan persamaan [5]:

$$\ln v_{korosi} = -\frac{E_a}{RT} + \ln A$$

di mana v<sub>korosi</sub> adalah laju korosi, T adalah suhu absolut, R adalah konstanta gas universal sedangkan A adalah faktor pra-eksponensial Arrhenius. Nilai E<sub>a</sub> dari korosi paku tanpa ekstrak PG dan adanya ekstrak PG diperoleh dari gradien plot ln v<sub>korosi</sub> vs 1/T (Gambar 3) dan disajikan pada Tabel 1. Nilai E<sub>a</sub> dengan menggunakan inhibitor PG memiliki nilai lebih rendah dari nilai E<sub>a</sub> tanpa inhibitor (38,32 kJ mol<sup>-1</sup>). Temuan dalam hasil ini sesuai dengan laporan dalam literatur [2-5] bahwa ketika nilai E<sub>a</sub> dengan inhibitor lebih kecil dari yang tanpa inhibitor maka terjadi mekanisme adsorpsi kimia; namun jika nilai E<sub>a</sub> dengan inhibitor lebih besar dari yang tanpa inhibitor maka terjadi mekanisme adsorpsi fisik. Oleh sebab itu, dapat diusulkan bahwa PG diadsorpsi secara kimia ke permukaan paku [4,10].



**Gambar 3:** Hubungan ln v<sub>korosi</sub> vs 1/T untuk korosi pada besi dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

Nilai entalpi aktivasi (ΔH°) dan entropi aktivasi (ΔS°) dapat ditentukan dari persamaan keadaan transisi berikut ini :

Tabel 1. Parameter Termodinamika Untuk Korosi Pada Paku Dalam Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

Extract concentration (g/L)	Ea (kJ.mol <sup>-1</sup> )	ΔH° (kJ.mol <sup>-1</sup> )	ΔS° (J.K <sup>-1</sup> .mol <sup>-1</sup> )
0 g/L	38,32	36,91	-58,98
1 g/L	13,10	10,88	-147,96
3 g/L	11,28	9,009	-156,30
8 g/L	9,984	7,66	-159,46
10 g/L	9,811	7,489	-161,70

Tabel 2. Parameter Isoterm Langmuir untuk Adsorpsi PG pada Permukaan Paku dalam Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

Temperature (K)	R <sup>2</sup>	n	1/K (g.L <sup>-1</sup> )	K <sub>ads</sub> (g <sup>-1</sup> .L)	ΔG° (kJ.mol <sup>-1</sup> )
303	0,98104	1,188	1,547	0,646	-9,016
313	0,98993	1,141	1,300	0,789	-9,834
323	0,99362	1,136	0,904	1,106	-11,055
333	0,99496	1,124	0,834	1,198	-11,618

$$\ln\left(\frac{v_{korosi}}{T}\right) = \left[ \ln\left(\frac{R}{N_A h}\right) + \frac{\Delta S^\circ}{R} \right] - \frac{\Delta H^\circ}{RT}$$

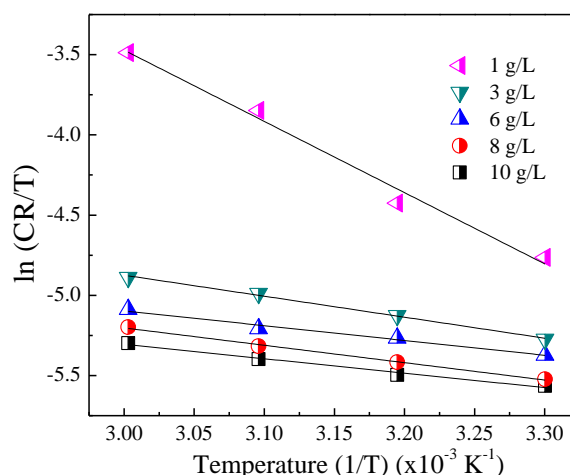
di mana  $v_{korosi}$  adalah laju korosi, R adalah konstanta gas universal, T adalah suhu absolut,  $N_A$  adalah nilai Avogadro, A adalah faktor pra-eksponensial Arrhenius, dan h adalah konstanta Planck. Gambar 4 menunjukkan plot linier antara  $\ln(v_{korosi}/T)$  vs  $1/T$  untuk proses korosi paku dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M dengan inhibitor dan tanpa adanya inhibitor PG. Nilai  $\Delta H^\circ$  dievaluasi dari gradien sedangkan nilai  $\Delta S^\circ$  diperoleh dari intersep plot (disajikan pada Tabel 1). Nilai positif  $\Delta H^\circ$  yang diperoleh menunjukkan bahwa proses korosi pada logam besi bersifat endotermik. Nilai  $\Delta S^\circ$  menjadi negatif, menunjukkan penurunan ketidakteraturan selama PG ke permukaan logam besi [2].

### Studi Adsorpsi

Jenis interaksi antara permukaan logam dan inhibitor dapat disimpulkan dengan isoterm adsorpsi. Dari beberapa isoterm adsorpsi yang diuji, adsorpsi PG pada permukaan besi sesuai dengan isoterm adsorpsi Langmuir yang dimodifikasi yang didefinisikan sebagai [8]:

$$\frac{C}{\theta} = \frac{n}{K} + nC$$

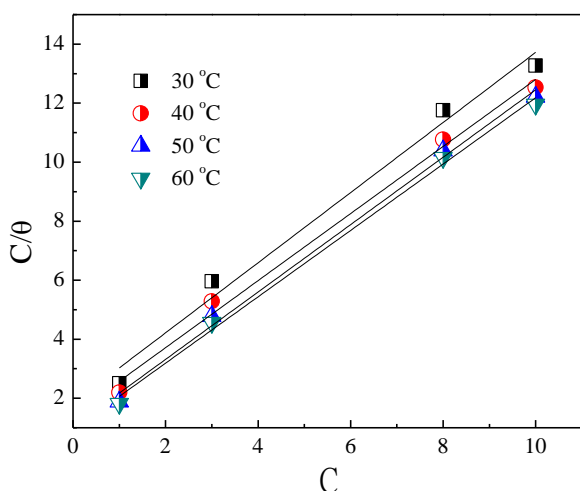
di mana C adalah konsentrasi inhibitor, K



Gambar 4. Hubungan  $\ln(v_{korosi}/T)$  vs  $1/T$  untuk korosi besi dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M

adalah konstanta kesetimbangan dari proses adsorpsi, sementara  $\theta$  adalah cakupan permukaan. Plot linier  $C/\theta$  vs  $C$  (Gambar 5) menandakan bahwa adsorpsi ekstrak sesuai dengan isoterm adsorpsi Langmuir [9]. Nilai-nilai K dievaluasi dari intersep grafik dan disajikan pada Tabel 2. Dapat teramat nilai K meningkat dengan meningkatnya suhu, peningkatan ini menunjukkan bahwa ekstrak menjadi lebih kuat teradsorpsi ke permukaan besi pada saat suhu meningkat [11,12].

Energi adsorpsi standar ( $\Delta G^\circ$ ) juga disajikan dalam Tabel 2 dihitung menggunakan persamaan berikut ini [5]:



Gambar 5. Plot isoterm Langmuir untuk korosi besi dalam larutan  $H_2SO_4$  1 M

$$K = \frac{1}{55,5} \exp\left(\frac{-\Delta G^o}{RT}\right)$$

di mana R adalah konstanta gas universal, T adalah suhu absolut sedangkan 55,5 adalah konsentrasi molar air dalam larutan. Nilai negatif pada  $\Delta G^o$  menunjukkan spontanitas adsorpsi PG ke permukaan logam besi [6].

#### 4. KESIMPULAN

Pemanfaatan ekstrak buah jambu biji menunjukkan sifat inhibisi yang tinggi pada besi dalam larutan  $H_2SO_4$  1 M dibandingkan tanpa inhibitor. Efisiensi inhibisi ekstrak PG meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak serta suhu. Adsorpsi PG pada permukaan besi mematuhi isoterm adsorpsi Langmuir. Adsorpsi secara kimia (*chemisorption*) dapat diusulkan sebagai tipe adsorpsi dari proses inhibisi ini, hal ini didasarkan atas peningkatan efisiensi inhibisi terhadap peningkatan suhu, serta nilai  $E_a$ .

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Serambi Mekkah University atas segala dukungan finansialnya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Askari, M., Aliofkhazraei, M., Ghaffari, S., & Hajizadeh, A. (2018). Film former corrosion inhibitors for oil and gas pipelines - A technical review, *J Nat Gas Sci Eng*, 58, 92-114.

- [2] Verma, C., Ebenso, E. E., Bahadur I., & Quraishi, M. A. (2018). An overview on plant extracts as environmental sustainable and green corrosion inhibitors for metals and alloys in aggressive corrosive media, *J Mol Liq*, 266, 577-590.
- [3] Mahidashti, Z., Shahrabi, T., & Ramezanzadeh, B. (2018). The role of post-treatment of an ecofriendly cerium nanostructure Conversion coating by green corrosion inhibitor on the adhesion and corrosion protection properties of the epoxy coating, *Prog Org Coat*, 114, 19-32.
- [4] Haruna, K., Obot, I. B., Ankah, N. K., Sorour, A. A., & Saleh, T. A. (2018). Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment, *J Mol Liq*, 264, 515-525.
- [5] Hu, W., Li, C., & Shchukin, D. G. (2018). Ceramic honeycomb-like alumina film as corrosion inhibitor carrier and mechanism analysis, *Colloids Surf. A*, 555, 237-245.
- [6] Wang, L., Lu, F., Liu, Y., Wu, Y., & Wu, Z. (2018). Photocatalytic degradation of organic dyes and antimicrobial activity of silver nanoparticles fast synthesized by flavonoids fraction of *Psidium guajava* L. leaves, *J Mol Liq*, 263, 187-192.
- [7] Wysocka, J., Cieslik, M., Krakowiak, S., & Ryl, J. (2018). Carboxylic acids as efficient corrosion inhibitors of aluminium alloys in alkaline media, *Electrochim. Acta*, 289, 175-192.
- [8] Rassouli, L., Naderi, R., & Mahdavian, M. (2018). Study of the impact of sequence of corrosion inhibitor doping in zeolite on the self-healing properties of silane sol-gel film, *Ind. Eng. Chem. Res*, 66, 221-230.
- [9] Moradi, M., Song, Z., & Xiao, T. (2018). Exopolysaccharide produced by *Vibrio neocaledonicus* sp. as a green corrosion inhibitor: Production and structural characterization, *Mater Sci Technol*, 34, 2447-2457.
- [10] Mo, S., Li, L. J., Luo, H. Q., & Li, N. B. (2017). An example of green copper

- corrosion inhibitors derived from flavor and medicine: Vanillin and isoniazid, *J Mol Liq*, 242, 822-830.
- [11] Saviour, A., Umoren., Abdullah, A., Ahmary, A., Gasem, Z. M., & Solomon, M. M. (2018). Evaluation of chitosan and carboxymethyl cellulose as ecofriendly corrosion inhibitors for steel. *Int. J. Biol. Macromol*, 117, 1017-1028.
- [12] Chakraborty, S., Afaq, N., Singh, N., & Majumdar, S. (2018). Antimicrobial activity of Cannabis sativa, Thuja orientalis and Psidium guajava leaf extracts against methicillin-resistant Staphylococcus aureus, *J. Integr. Med*, 16(5), 350-357.