

INHIBISI KOROSI BAJA SS-304 MENGGUNAKAN EKSTRAK TANAMAN PUTRI MALU

Julita B. Manuhutu^{1*}, Victor Kayadoe¹, Mitra Tomaso¹

¹Program studi Pendidikan Kimia – FKIP Universitas Pattimura

*julita.manuhutu@gmail.com

Received: 14 June 2021 / Accepted: 01 July 2021 / Published: 31 July 2021

ABSTRACT

Research has been conducted to determine the inhibition efficiency and steel corrosion rate of SS-304 in H₂SO₄ solvent used the leaves of Mimosa Pudica extract with the weight reduction method. The extract of Mimosa Pudica leaves was obtained through maceration extraction using methanol. Phytochemical test results showed that in Mimosa Pudica leaves extract contained flavonoids, alkaloids, tannins, terpenoids, and saponins. The results showed that inhibition efficiency increased with increasing inhibitor concentration, which means that the corrosion rate decreases. The optimum of inhibition efficiency obtained at a concentration of 2%, namely 87.81% with a corrosion rate of 6.21 mmy⁻¹. The inhibition efficiency increases with increasing temperature, but not linear as shown at the curve, which means that the inhibitor layer on the steel surface was not stable at high temperatures, while the corrosion rate per year increases with increasing temperature. The optimum of inhibition efficiency obtained at 35°C, namely 93.26% with a corrosion rate of 6.81 mmy⁻¹.

Keywords : Corrosion, Steel SS-304, Mimosa Pudica Leaves Extract

PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu logam paduan yang banyak digunakan dalam perindustrian, diantaranya adalah baja tahan karat *Stainless Steel-304* atau yang sering dikenal dengan SS-304. Namun proses mekanik yang berlangsung dengan melibatkan bahan kimia secara rutin, seperti *pickling*, *cleaning*, *descaling*, maupun pengasaman minyak dapat menyebabkan berkurangnya mutu dan daya guna baja akibat terjadinya proses korosi (Therthwey, 2002). Terpaparnya permukaan baja oleh asam-asam mineral dengan kereaktifan yang cukup tinggi, seperti asam sulfat dapat menyebabkan terjadinya korosi. Permasalahan akibat korosi pada suatu logam dapat dikendalikan dengan beberapa cara yaitu pelapisan, pengecatan, proteksi katodik dan penambahan zat inhibitor ke dalam media korosif. Pencegahan korosi menggunakan inhibitor merupakan salah satu cara yang diandalkan dalam industri, khususnya dalam proses pencucian kerak (*pickling*).

Pemilihan suatu inhibitor didasarkan pada kemampuannya dalam menghambat korosi dengan efisiensi yang tinggi, namun aspek tingkat toksisitas terutama bila diaplikasikan dalam industri makanan dan juga masalah pencemaran lingkungan perlu dipertimbangkan sehingga sumber alternatif inhibitor organik yang murah dan ramah lingkungan dari ekstrak bahan alam. Daun putri malu merupakan salah satu tanaman liar yang berpotensi sebagai inhibitor korosi. Hasil uji fitokimia ekstrak metanol daun putri malu telah dilaporkan positif mengandung senyawa-senyawa metabolit

sekunder seperti saponin, tanin, flavonoid, alkaloid dan fenolik. Berdasarkan struktur molekulnya senyawa-senyawa ini dapat berperan sebagai inhibitor korosi karena memenuhi karakteristik inhibitor senyawa organik seperti adanya heteroatom, gugus polar, ikatan π , serta pasangan elektron bebas yang menjadi sarana bagi inhibitor berikatan dengan logam secara koordinasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi inhibisi dan laju korosi per tahun pada baja SS-304 dalam media H_2SO_4 dengan pengaruh konsentrasi dan suhu serta mempelajari mekanisme adsorpsinya.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, gelas ukur, labu takar, botol sampel, *hot plate*, benang nilon, *shaker*, termometer, pompa vakum, corong Buchner, neraca analitik, dan *rotary evaporator*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempeng baja SS-304, daun putri malu dari desa Waai-Maluku Tengah, metanol, H_2SO_4 (96%), aseton, akuades, pereaksi uji fitokimia.

Cara Kerja

Preparasi Spesimen Baja SS-304

Lempeng baja SS-304 dipotong dengan ukuran 3 x 4 x 0,1 cm³ untuk metode pengurangan berat, sebelum digunakan baja terlebih dahulu digosok dengan kertas ampelas, kemudian dicuci dengan aquades dan aseton dan dibilas lagi dengan aquades setelah itu dikeringkan.

Preparasi Daun Putri Malu

Sebanyak 1,5 kg daun putri malu dibersihkan kemudian dipotong kecil-kecil, setelah itu dikeringkan pada suhu ruang dan menggunakan oven pada suhu 45°C sampai beratnya konstan. Daun putri malu yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender. Setelah itu diekstraksi menggunakan metode maserasi.

Ekstraksi Daun Putri Malu

Metode maserasi dilakukan dengan memasukkan 500 gram serbuk daun putri malu kering ke dalam wadah botol dan ditambahkan 1500 mL metanol kemudian diaduk menggunakan shaker selama 1x24 jam pada kecepatan 300 rpm. Setelah itu disaring menggunakan corong Buchner sehingga diperoleh filtrat dan residu. Filtrat hasil maserasi ditampung kemudian diuapkan pelarutnya (dipekatkan) menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 65°C dan diperoleh ekstrak pekat daun putri malu.

Uji Fitokimia

- Uji Terpenoid (Uji Salkowski)
2 mL kloroform ditambahkan ke dalam 0,5 g ekstrak. Kemudian tambahkan H_2SO_4 pekat (3 mL) secara hati-hati ditambahkan hingga membentuk lapisan. Munculnya warna cokelat kemerahan menunjukkan adanya terpenoid.
- Uji Flavonoid
0,5 g ekstrak dilarutkan dengan sedikit aquades kemudian ditambahkan 5 mL amonia encer. Setelah itu ditambahkan H_2SO_4 pekat 1 mL. Munculnya warna orange menunjukkan adanya flavonoid.
- Uji Saponin
Ke dalam 0,5 g ekstrak ditambahkan 5 mL air destilasi dalam tabung reaksi. Larutan diaduk secara cepat dan teramati buih yang stabil. Buih tersebut kemudian dicampur

- dengan 3 tetes minyak zaitun dan diaduk secara cepat. Hal ini menunjukkan adanya kandungan saponin
- d. Uji Tanin
0,5 g ekstrak dididihkan dengan 10 mL air dalam tabung reaksi dan kemudian disaring. Sedikit tetes FeCl_3 0,1% ditambahkan dan diamati warna hijau kecokelatan atau warna hitam biru
- e. Uji alkaloid
0,5 g ekstrak dilarutkan dalam 10 mL alkohol, dididihkan dan disaring. Ke dalam 5 mL filtrat ditambahkan 2 mL ammonia encer, 5 mL kloroform ditambahkan dan diaduk. Lapisan kloroform diekstrak dengan 10 mL asam asetat. Kemudian ditambahkan reagen Mayer. Terbentuknya krim (dengan reagen mayer) menunjukkan positif adanya alkaloid

Preparasi media korosi H_2SO_4

a. Pembuatan H_2SO_4 1 M

Larutan H_2SO_4 pekat (96%) sebanyak 55,5 mL dimasukkan dalam labu ukur 1 L dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

b. Pembuatan larutan H_2SO_4 1 M dengan penambahan ekstrak daun putri malu.

Untuk pembuatan media korosi dengan penambahan ekstrak daun putri malu 4%, 40 g ekstrak daun putri malu 100% dimasukan kedalam labu takar 1000 mL kemudian di tambahkan H_2SO_4 1 M hingga tanda batas. Untuk membuat konsentrasi 3%, 2% dan 1%, ekstrak daun putri malu 4% diencerkan

Pengujian efisiensi inhibisi dengan Metode Pengurangan berat

Spesimen ditimbang dengan neraca analitis kemudian direndam dalam media korosi tanpa inhibitor dan media korosi dengan inhibitor selama 2 jam pada konsentrasi ekstrak daun putri malu 4%, 3%, 2%, dan 1%. Masing-masing dilakukan triplo.

Efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\%IE = \frac{W_o - W_i}{W_o} \times 100\%$$

Dimana W_o adalah pengurangan massa spesimen pada media korosi tanpa inhibitor, dan W_i adalah pengurangan massa spesimen pada media korosi dengan inhibitor (Sunarti et all, 2020). Konsentrasi dengan efisiensi inhibisi yang optimum digunakan untuk variasi suhu, yaitu pada suhu 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C

HASIL PENELITIAN

A. Ekstraksi Daun Putri Malu

Sebelum proses ekstraksi, daun putri malu dikeringkan pada suhu ruang dengan tujuan untuk mengurangi kadar air tanpa merusak senyawa metabolit yang terkandung didalamnya. Selanjutnya dikeringkan menggunakan suhu 45°C. Penggunaan suhu di bawah 50°C agar senyawa metabolit yang terkandung di dalam sampel tidak rusak serta terhindar dari jamur dan bakteri (Ridwina, 2008). Daun putri malu yang sudah dikeringkan dihaluskan dengan tujuan untuk memperkecil permukaan sampel sehingga mempermudah interaksi antara sampel dengan pelarut yang digunakan. Semakin kecil ukuran sampel maka semakin besar luas permukaannya sehingga interaksi pelarut dengan serbuk daun putri malu pada saat ekstraksi akan semakin besar dan proses ekstraksi akan

semakin efektif. Menurut Sudirman dkk (2011) penghalusan sampel mengakibatkan komponen bioaktif yang terkandung dalam sampel menjadi mudah terekstraksi oleh pelarut. Serbuk daun putri malu kemudian diekstraksi secara maserasi.

Proses maserasi ini dilakukan dengan cara merendam sampel dalam pelarut dengan perbandingan 1:3 (500 gram serbuk dalam 1500 mL metanol) selama 24 jam. Penggunaan pelarut metanol dalam proses ekstraksi didasarkan pada prinsip *like dissolve like*. Menurut Suryanto (2009), metanol dapat mengekstraksi dan menarik tannin, alkaloid, steroid, saponin, dan flavonoid dalam daun sukun dibandingkan dengan etanol. Maserat yang diperoleh disaring dan filtratnya dievaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* dan diperoleh filtrat berwarna hijau pekat dan diperoleh ekstrak sebanyak 66,75 gram. Daun, serbuk, filtrat, dan ekstrak metanol daun putri malu ditunjukkan pada **Gambar 1**.



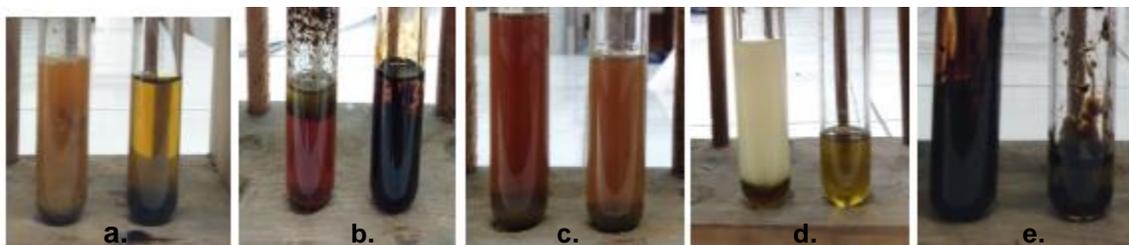
Gambar 1. Ekstrak daun putri malu

B. Hasil Uji Fitokimia

Analisis fitokimia ekstrak daun putri malu menggunakan berbagai pereaksi kimia bertujuan untuk menguji golongan senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak seperti alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, dan terpenoid yang berperan dalam proses inhibisi. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada **Tabel 1** dan **Gambar 2**.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia ekstrak daun putri malu

Golongan Senyawa Metabolit Sekunder	Jenis Pereaksi	Perubahan		Hasil
		Sebelum	Sesudah	
Terpenoid	Kloroform + H ₂ SO ₄ pekat	Lapisan berwarna hijau pekat	Lapisan berwarna coklat kemerahan	+
Flavonoid	Ammonia encer + H ₂ SO ₄ pekat	Lapisan berwarna kuning	Warna ekstrak menjadi orange	+
Saponin	Tes buih	Lapisan berwarna hijau kecoklatan	Timbul busa stabil	+
Tanin	FeCl ₃ 0,1%	Lapisan berwarna coklat	Lapisan berwarna hijau kecoklatan	+
Alkaloid	Mayer	Ekstrak berwarna hijau encer	Terbentuk krim	+



Gambar 2. Hasil uji fitokimia ekstrak daun putri malu, (a). terpenoid, (b). flavonoid, (c). saponin, (d). tannin, (e). alkaloid

C. Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Hasil Uji Inhibisi dan Laju Korosi Baja SS-304

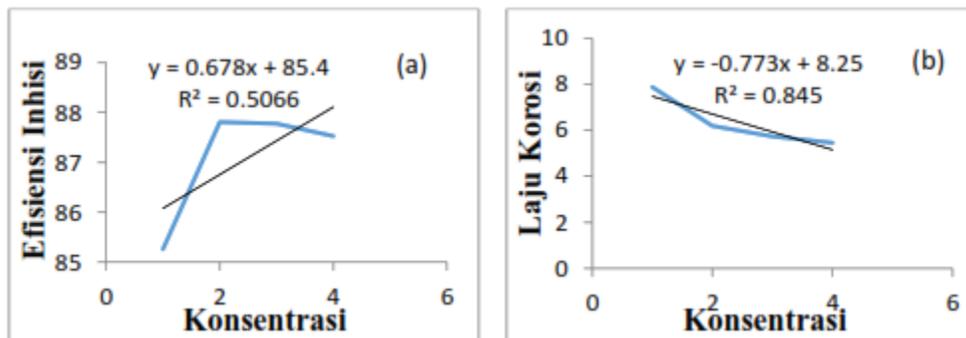
Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi ekstrak daun putri malu, variabel lain dibuat konstan yakni suhu ruang dan waktu perendaman selama 3 jam dengan konsentrasi media H_2SO_4 1 M. Hasil pengujian ekstrak daun putri malu terhadap efisiensi inhibisi baja SS-304 dalam media H_2SO_4 . Pengujian pengaruh konsentrasi ekstrak daun putri malu terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi per tahun pada baja SS-304 dalam media H_2SO_4 ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Putri Malu Terhadap Efisiensi Inhibisi (%) dan Laju Korosi Per Tahun ($mm\cdot y^{-1}$)

Konsentrasi Ekstrak Daun Putri Malu (%)	Luas Permukaan Baja (cm^2)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Selisih Berat (g)	EI (%)	Laju Korosi per Tahun ($mm\cdot y^{-1}$)
0	26,64	7,591	7,338	0,253	-	34,56
1	23,98	6,581	6,529	0,052	85,26	7,88
2	23,98	6,481	6,438	0,043	87,81	6,52
3	24,58	6,605	6,563	0,042	87,78	6,21
4	26,02	7,377	7,333	0,044	87,53	6,14

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor, semakin tinggi pula efisiensi inhibisi yang berarti menurunnya laju korosi per tahun. Efisiensi inhibisi yang paling tinggi dan laju korosi yang paling rendah diperoleh pada konsentrasi 2%, masing-masing 87,81% dan 6,20 mm/tahun. Pada konsentrasi dengan efisiensi inhibisi yang maksimum ini, laju korosi baja mengalami pengurangan lebih dari empat kali dari baja tanpa inhibitor. Hal ini disebabkan telah terbentuknya lapisan pasif oleh senyawa-senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun putri malu pada permukaan baja secara stabil yang dapat memutus mata rantai korosi dengan memisahkan logam dari medium korosif. Namun, pada kondisi optimum permukaan baja berada pada kondisi jenuh sehingga dapat mengakibatkan molekul-molekul senyawa metabolit sekunder dapat mengalami desorpsi akibat adanya interaksi antara molekul-molekul tersebut maupun dengan asam sulfat (Kayadoe,dkk. 2015).,(Ludiana & Handani, 2012).

Hubungan %EI dan laju korosi terhadap konsentrasi ekstrak daun putri malu ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hubungan (a). %EI terhadap Konsentrasi Ekstrak Daun Putri Malu, (b). Laju Korosi ($\text{mm}\cdot\text{y}^{-1}$) terhadap Konsentrasi Ekstak Daun Putri Malu

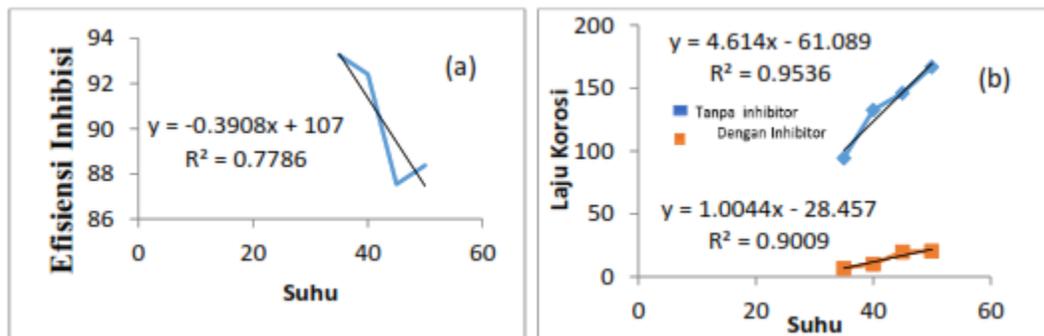
Keberadaan ion H^+ dalam media korosi (H_2SO_4) mengakibatkan zat tersebut bersifat agresif terhadap pelarutan logam. Pengamatan saat pengujian inhibisi menunjukkan gas hidrogen yang dihasilkan saat perendaman baja dalam media H_2SO_4 tanpa inhibitor lebih banyak dibandingkan dalam media H_2SO_4 dengan penambahan inhibitor. Gas hidrogen yang teramati pada permukaan baja, menunjukkan proses korosi pada reaksi katodik akibat *discharge* ion hidrogen yang berasal dari larutan asam (Caliskan & Akbas dalam Ratulohain, 2017). Terdapat sejumlah spesi pada sistem uji korosi baja dalam media korosi larutan H_2SO_4 yaitu Fe , H_2O , H^+ , OH^- dan SO_4^{2-} . Spesi-spesi tersebut saling berkompetisi untuk mengalami reduksi ataupun oksidasi pada permukaan logam.

D. Pengaruh Variasi Suhu terhadap Hasil Uji Inhibisi dan Laju Korosi Baja SS-304

Berdasarkan hasil pengujian inhibisi dengan variasi konsentrasi ekstrak daun putri malu, diperoleh efisiensi inhibisi yang optimum pada konsentrasi ekstrak daun putri malu 2%. Konsentrasi ekstrak daun putri malu yang menghasilkan efisiensi inhibisi yang optimum ini selanjutnya digunakan untuk mempelajari pengaruh perubahan suhu terhadap efisiensi inhibisi ekstrak daun putri malu terhadap korosi baja SS-304 dalam media H_2SO_4 , dengan variabel lain dibuat tetap, yaitu waktu perendaman 3 jam dan konsentrasi H_2SO_4 1 M. Hasil uji inhibisi korosi dengan variasi suhu ditunjukkan pada **Tabel 3** dan **Gambar 4**.

Tabel 3. Pengaruh Suhu terhadap Efisiensi Inhibisi (%) dan Laju Korosi Per Tahun ($\text{mm}\cdot\text{y}^{-1}$) dalam Media H_2SO_4

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Luas Permukaan Baja (cm^2)		Selisih Berat Baja (g)		Laju Korosi Per Tahun ($\text{mm}\cdot\text{y}^{-1}$)		EI (%)
	Tanpa inhibitor	Dengan inhibitor	Tanpa inhibitor	Dengan inhibitor	Tanpa inhibitor	Dengan inhibitor	
35	24,58	22,94	0,638	0,043	94,38	6,81	93,26
40	24,58	24,58	0,897	0,068	132,70	10,05	92,41
45	25,78	25,40	1,036	0,129	146,13	19,74	87,54
50	26,64	23,76	1,222	0,142	166,80	20,32	88,37



Gambar 4. Grafik hubungan (a). %EI terhadap suhu, (b). Laju korosi (mm^y⁻¹) terhadap suhu

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa meningkatnya suhu menyebabkan bertambahnya laju reaksi korosi dan menurunnya efisiensi inhibisi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetika dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya (Kayadoe, dkk. 2015).

KESIMPULAN

1. Ekstrak daun putri malu mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder yakni alkaloid, flavonoid, tannin, saponin dan terpenoid.
2. 2. %EI maksimum pada konsentrasi 2%, yaitu sebesar 87,81% yang juga berarti menurunkan laju korosi baja SS-304 yaitu sebesar 6,21 mmy⁻¹. Efisiensi inhibisi maksimum diperoleh pada suhu 35oC, yakni 93,26% dengan laju korosi 6,81 mmy⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Kayadoe V., Fadli, M., Hasim R., & Tomaso M. 2015. Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Ss-304 dalam Larutan H₂SO₄. *Jurnal Molekul*. Vol 10 (2): 88-96.
- K.R. Threthewey and J. Chamberlain, "Korosi untuk mahasiswa sains dan rekayasa", PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Ludiana, Y & Hardani S. 2012. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Cameliasinensis*) terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grande B erw..*Jurnal Fisika Unand*. Vol 1 (1): 12- 18a, hal 63-89.
- Ratulohain D. 2017. Pemanfaatan Daun Gandaria (*Bouea macrophylla* griff) sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 dalam Media H₂SO₄. SKRIPSI. Universitas Pattimura Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Program Studi Pendidikan Kimia Ambon (58-83).
- Ridwina G. 2008. Perbandingan Metode Pengukuran Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Lempuyang Gajah. Skripsi. IPB: Bogor (5)
- Sudirman S. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Komponen bioaktif kangkung air (*Ipomoea aquatica* forsk). IPB: Bogor: 50

- Sunarti, Kayadoe V., & Rahawarin, P. D.. 2020. Kemampuan Biji Kelor Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 dalam Larutan HCl. *Molluca Journal of Chemistry Education*. Vol 10 (2): 72-80
- Suryanto, E. dan Wehentouw F. 2009. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas dari Ekstrak Fenolik Daun Sukun (*Artocarpus altilis* F). Universitas Samratulangi. Manado.
- Threthewey, K.R., Chamberlain, J. 1991. Korosi untuk mahasiswa sains dan rekayasa, (penerjemah: A.T. Widodo), Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, Hal: 63-89.