

## Penggunaan Ekstrak Metanol Tumbuhan Paku Perak (*Pityrogramma calomelanos*) sebagai Inhibitor Organik dalam Penurunan Laju Korosi Baja ASTM A36

### The Use of Methanol Extract of Silver Ferns (*Pityrogramma calomelanos*) as Organic Inhibitor in Reducing the Corrosion of ASTM A36 Steel

Anarima Nudiyah Amburika\*, Suyatno Sutoyo

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Indonesia

\*The Corresponding Author: [nudiyah.amburika15@gmail.com](mailto:nudiyah.amburika15@gmail.com)

**Abstrak.** Korosi dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga perlu adanya proses pencegahan menggunakan inhibitor korosi. Inhibitor organik dalam penurunan laju korosi telah banyak diteliti karena ramah lingkungan dibandingkan dengan inhibitor anorganik. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui konsentrasi dan efisiensi inhibisi korosi dari ekstrak metanol tumbuhan paku perak (*P. calomelanos*) terhadap baja ASTM A36 dalam larutan 3% NaCl. Metode yang digunakan adalah metode kehilangan berat dengan waktu perendaman selama 6 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi mencapai 57,27% pada konsentrasi 2500 ppm. Peristiwa adsorpsi isotermal yang terjadi termasuk dalam jenis adsorpsi isotermal Langmuir. Dengan demikian ekstrak metanol tumbuhan paku perak berpotensi sebagai inhibitor korosi.

*Kata-kata kunci:* *Pityrogramma calomelanos*, ekstrak metanol, inhibitor korosi

**Abstract.** Corrosion can cause environmental damage, so there is a need to prevent the use of corrosion inhibitors. Organic inhibitors in decreasing corrosion rates have been widely investigated because they are environmentally friendly compared to inorganic inhibitors. The purpose of this study was to determine the concentration and efficiency of corrosion inhibition of methanol extract of silver ferns (*P. calomelanos*) on ASTM A36 steel in a 3% NaCl solution. The method used is the method of weight loss with immersion time for 6 days. The results showed that inhibition efficiency reached 57.27% at a concentration of 2500 ppm. The isothermal adsorption events that occur was included in the Langmuir isothermal adsorption type. Thus the methanol extract of silver ferns has the potential as a corrosion inhibitor.

*Keywords:* *Pityrogramma calomelanos*, methanol extract, corrosion inhibitors

#### 1. Pendahuluan

Baja merupakan paduan logam yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dengan paduan utama berupa besi dan karbon seperti baja jenis karbon rendah. Baja karbon rendah (*low carbon*) ini merupakan tipikal baja karbon khas dengan karakteristik mudah untuk dijadikan bahan konstruksi yang memiliki kekerasan yang cukup kuat dibandingkan besi seperti baja tipe ASTM A36. Baja tipe ASTM A36 mudah diperlakukan pengelasan dan juga harganya yang relatif murah, serta tahan terhadap panas [1]. Namun, baja jenis ini memiliki kelemahan terutama dalam ketahanan korosi apabila diaplikasikan pada lingkungan korosif. Oleh karena itu, perlu adanya proses pencegahan untuk menurunkan laju korosi.

Korosi sering dikenal dengan pengkaratan yaitu proses kerusakan atau penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi kimia dengan lingkungannya. Proses pencegahan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu proteksi katodik, pelapisan (*coating*) serta inhibitor korosi. Inhibitor merupakan metode perlindungan yang memiliki kelebihan yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan, dan biaya yang dibutuhkan relatif kecil karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas [2]. Sejumlah inhibitor dapat menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis sebagai pelindung terhadap korosi yang menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam [3]. Pada umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik. Berdasarkan bahannya, inhibitor organik terbagi menjadi dua yaitu berbahan alam dan bahan sintesis, namun bahan sintesis memiliki kelemahan yaitu harganya mahal, tidak ramah lingkungan, bersifat toksik serta berbahaya bagi lingkungan. Hal ini memicu adanya penggunaan inhibitor organik yang ramah lingkungan dan murah dari ekstrak bahan alam.

Ekstrak bahan alam yang digunakan adalah senyawa karbon heteroatom yang mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas [4]. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya akan mengisi orbital kosong pada atom Fe yang terkandung dalam baja dan berfungsi sebagai ligan membentuk senyawa kompleks menggunakan ikatan kovalen koordinasi sehingga dapat melindungi logam dari serangan korosi [5]. Pemilihan bahan alam ini karena sifatnya yang aman, mudah diperoleh karena tersedia di alam, tidak membutuhkan biaya yang relatif mahal serta ramah lingkungan karena dengan konsentrasi kecilpun dapat digunakan sebagai inhibitor organik. Diketahui ekstrak yang berasal dari tumbuhan memiliki kemampuan sebagai inhibitor. Salah satu tumbuhan yang berpotensi adalah tumbuhan paku perak (*Pityrogramma calomelanos*) karena tumbuhan tersebut memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder salah satunya flavonoid. Tumbuhan paku perak banyak tumbuh di daerah terbuka seperti tempat yang berbatu di lereng-lereng bukit, pada bekas-bekas tembok tua, serta dapat tumbuh subur baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi sehingga tumbuhan ini mudah diperoleh dan sangat melimpah [6]. Berdasarkan hasil penelitian fitokimia yang telah dilakukan, tumbuhan paku perak telah ditemukan senyawa metabolit sekunder golongan flavanoid yaitu 2',6'-dihidroksi-4'-metoksi-dihidrochalkon, kaempferol, dan kuersetin [7].

Penelitian terkait penggunaan ekstrak tumbuhan untuk inhibisi korosi baja telah banyak dilaporkan. Penambahan ekstrak daun bawang tiwai mengandung senyawa flavonoid pada baja API 5L dalam NaCl 3,5% menghasilkan efisiensi inhibisi dengan metode *weight loss* mencapai 95,45% [8]. Ekstrak daun salam yang dimanfaatkan sebagai inhibitor dalam medium korosif NaCl 3% pada baja plat hitam A36 dengan metode kehilangan berat menghasilkan nilai laju korosi sebesar 0,0003 cm/tahun dan efisiensi sebesar 99,80% [9]. Penambahan ekstrak daun jambu biji pada baja SS-304 dalam HCl 3% menggunakan metode *weight loss*, dihasilkan nilai laju korosi yaitu 2,05 mg/cm<sup>2</sup> dan persen proteksi 56,29% sedangkan dalam larutan NaCl 3% dihasilkan nilai laju korosi yaitu 2,25 mg/cm<sup>2</sup> dan persen proteksi 37,93% [10].

Dalam penelitian ini akan dilaporkan penelitian tentang inhibitor korosi dari ekstrak tumbuhan paku perak menggunakan metode *weight loss* pada baja ASTM A36 dalam media larutan NaCl 3% dengan menggunakan variasi konsentrasi ekstrak untuk mengetahui laju korosi dan efisiensi inhibisi yang dihasilkan.

## 2. Bahan dan metode

### 2.1. Bahan

Bahan yang diperlukan: NaCl, metanol, etanol, aseton, aquades, bagian aerial tumbuhan paku perak, baja plat ASTM A36, HCl, FeCl<sub>3</sub> 5%, pita Mg, reagen Mayer, reagen Dragendorf, reagen Wagner. Sampel tumbuhan paku perak diperoleh dari Kawasan Hutan Kletek, Nongko Jajar, Pasuruan, Jawa Timur. Sebelum diteliti lebih lanjut, sampel diidentifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan.

## 2.2. Alat

Alat yang digunakan: Rotavapor (Buchi), neraca analitik (Adventure AR2130), pompa vakum (*Dreh Schieber Vacuum Pumpe* DSEZ), corong Buchner, SEM (TM3000), labu ukur, gelas ukur, gelas kimia, tabung reaksi, pelat tetes, pipet tetes.

## 2.3. Ekstraksi dan Pengujian

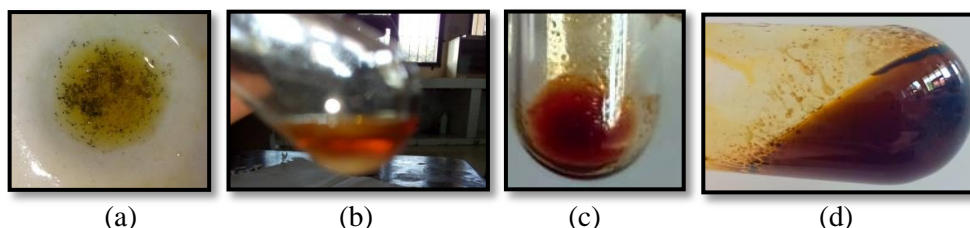
Serbuk halus tumbuhan paku perak sebanyak 3 kg dimaserasi menggunakan pelarut metanol sebanyak 6 L. Maserasi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan masing-masing selama 24 jam pada suhu kamar. Hasil maserasi disaring dengan menggunakan penyaring Buchner dan ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotavapor untuk memperoleh ekstrak padat.

Sampel baja ASTM A36 yang telah disiapkan masing-masing dicelupkan ke dalam larutan campuran NaCl 3% dan larutan inhibitor. Variasi konsentrasi larutan inhibitor yang digunakan adalah 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Sementara itu waktu perendaman dilakukan selama 6 hari. Setelah direndam, sampel baja diangkat, kemudian dicuci dengan hati-hati menggunakan 500 ml asam klorida pekat yang dilarutkan dengan 1000 ml aquades. Semua spesimen yang ada dibilas dengan aseton dan aquades, kemudian dibilas kembali dengan alkohol, selanjutnya dikeringkan. Setelah itu spesimen ditimbang kembali sebagai bobot akhir, dan dihitung pengurangan berat untuk menentukan laju korosi dan efisiensi inhibisi dari baja tersebut.

## 3. Hasil penelitian dan pembahasan

### 3.1. Hasil skrining fitokimia

Ekstrak kental yang telah dihasilkan kemudian dilakukan pengujian skrining fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam bagian aerial tumbuhan paku perak. Hasil pengujian fitokimia ekstrak tumbuhan paku perak ditunjukkan pada Gambar dan Tabel 1.



Gambar 1. Hasil pengujian fitokimia: (a) Flavonoid (b) Alkaloid; dengan pereaksi Mayer (c) Alkaloid; dengan pereaksi Dragendorff (d) Alkaloid; dengan pereaksi Wagner

Tabel 1. Hasil uji fitokimia ekstrak metanol tumbuhan paku perak

No.	Golongan Senyawa Metabolit Sekunder	Jenis Pereaksi	Perubahan	Hasil
1.	Flavonoid	<i>Shinoda test</i>	Perubahan warna kuning	+
2.	Alkaloid	Mayer	Terbentuk endapan berwarna putih	+
		Dragendorff	Terbentuk endapan berwarna oranye	+
		Wagner	Terbentuk endapan berwarna coklat	+

Keterangan: (+) menunjukkan hasil positif

Berdasarkan hasil skrining fitokimia diperoleh hasil bahwa ekstrak bagian aerial tumbuhan paku perak mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder golongan

flavonoid dan alkaloid. Kandungan metabolit sekunder tersebut menunjukkan adanya ekstrak tumbuhan paku perak memiliki potensi digunakan sebagai inhibitor organik.

### 3.1 Pengujian inhibitor organik

#### a. Tahap pembuatan larutan korosif dan inhibitor

Pertama, pembuatan larutan korosif NaCl 3% dengan cara menimbang padatan NaCl sebanyak 37,5 gram menggunakan neraca analitik. Kemudian NaCl tersebut dilarutkan menggunakan aquades, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan aquades sampai tanda batas sehingga diperoleh NaCl dengan konsentrasi 15%. Sementara itu, untuk membuat larutan NaCl 3% maka dilakukan pengenceran lagi sejumlah volume tertentu dalam labu ukur 50 mL sehingga diperoleh larutan NaCl dengan konsentrasi 3%. Kedua, dilakukan pembuatan larutan inhibitor sebagai campurannya dengan melarutkan 2,5 gram ekstrak kental tumbuhan paku perak dengan 250 mL pelarut metanol sehingga dihasilkan larutan ekstrak dengan konsentrasi 10.000 ppm. Kemudian disiapkan larutan pencuci baja sebelum dilakukan perendaman, yakni larutan HCl 37% sebanyak 250 mL yang dilarutkan ke dalam aquades, aseton, alkohol, dan aquades.

#### b. Tahap pengujian

Disiapkan labu ukur 50 mL sebanyak 7 buah yang setiap labu ukur dimasukkan 10 mL larutan NaCl 15% untuk diperoleh larutan NaCl 3% dan ditambahkan dengan larutan ekstrak konsentrasi 10.000 ppm tersebut dengan mengambil 2,5 mL; 5 mL; 7,5 mL; 10 mL; 12,5 mL; 15 mL ke dalam masing-masing labu ukur 50 mL yang telah berisi larutan korosif. Diencerkan larutan tersebut dengan menambahkan aquades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan campuran dengan masing-masing konsentrasi yaitu 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm, dan 3000 ppm. Sementara itu, untuk larutan campuran dengan konsentrasi 0 ppm, cara pembuatannya sama seperti yang lainnya namun tanpa ada penambahan larutan inhibitor karena konsentrasi ini berperan sebagai kontrol negatif. Pencampuran larutan korosif dan larutan inhibitor dibuat dengan cara pengenceran bertingkat. Sebelum baja dimasukkan, terlebih dahulu dilakukan pencucian dengan larutan HCl, aseton, aquades dan alkohol. Setelah baja bersih kemudian ditandai dan dilakukan penimbangan dengan neraca analitik sehingga diperoleh berat awal.

#### c. Tahap pengujian

Setelah perendaman 6 hari maka dilakukan pembersihan seperti proses preparasi spesimen yaitu menggunakan larutan HCl untuk menghilangkan karat yang menempel, larutan aseton untuk menghilangkan ekstrak yang menempel, aquades untuk menghilangkan sisa larutan pencuci yang ada pada baja, dan alkohol agar baja cepat mengering serta ditimbang menggunakan neraca analitik untuk berat akhir dari spesimen. Setelah proses penimbangan dilakukan perhitungan hasil pengurangan berat awal dan akhir sehingga diperoleh hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran massa baja sebelum dan sesudah penggunaan inhibitor korosi

Konsentrasi (ppm)	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Selisish berat (gram)
0	6,5210	6,4990	0,0220
500	6,5097	6,4948	0,0149
1000	6,4392	6,4245	0,0147
1500	6,4718	6,4594	0,0124
2000	6,4308	6,419	0,0118
2500	6,4823	6,4729	0,0094
3000	6,4693	6,4594	0,0099

Berdasarkan data Tabel 2 dapat dinyatakan bahwa bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan inhibitor maka akan semakin menurun hasil pengurangannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ekstrak tumbuhan paku perak dapat berperan sebagai inhibitor korosi yaitu menghambat adanya proses korosi. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{(W_0 - W_f)}{A \times t}$$

Keterangan :

- r = laju korosi ( $\frac{\text{gram}}{\text{cm}^2 \cdot \text{hari}}$ );  
 $W_0$  = berat awal besi (g);  
 $W_f$  = berat akhir besi (g);  
A = luas permukaan plat besi ( $\text{cm}^2$ );  
t = waktu (hari).

Efisiensi inhibisi dari inhibitor organik dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Ali, dkk., 2014):

$$\eta = \frac{(r_1 - r_2)}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

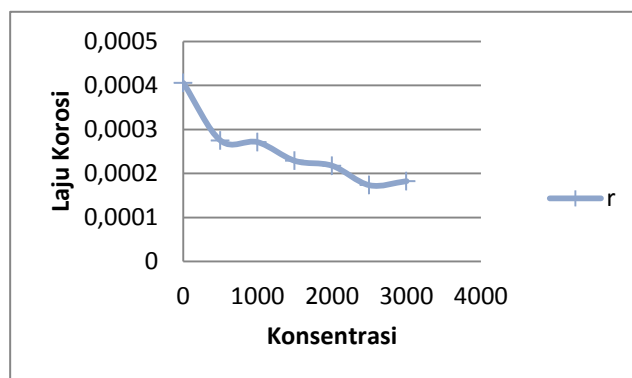
- H= Efisiensi inhibisi (%)  
 $r_1$  = laju korosi tanpa inhibitor ( $\frac{\text{gram}}{\text{cm}^2 \cdot \text{hari}}$ )  
 $r_2$  = laju korosi dengan inhibitor ( $\frac{\text{gram}}{\text{cm}^2 \cdot \text{hari}}$ )

Dari persamaan rumus tersebut dapat diperoleh nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi sebagai berikut:

Konsentrasi (ppm)	Selisish berat (g)	Luas Permukaan	Laju korosi ( $\text{gram}/\text{cm}^2 \cdot \text{hari}$ )	Efisiensi Inhibisi (%)
0	0,0220	54,24	0,000406	0
500	0,0149	54,24	0,000275	32,27273
1000	0,0147	54,24	0,000271	33,18182
1500	0,0124	54,24	0,000229	43,63636
2000	0,0118	54,24	0,000218	46,36364
2500	0,0094	54,24	0,000173	57,27273
3000	0,0099	54,24	0,000183	55

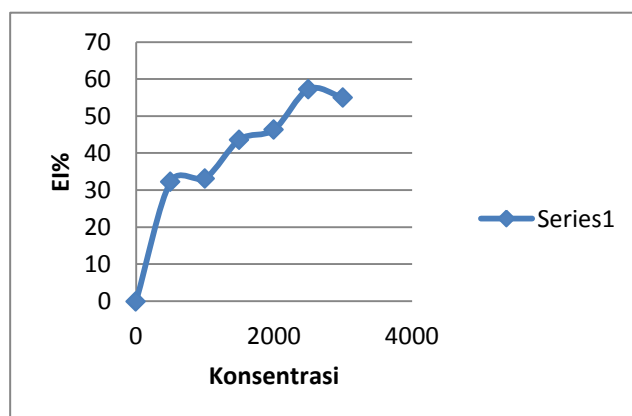
Tabel 3. menunjukkan bahwa ada pengaruh antara laju korosi dan juga efisiensi inhibisi. Apabila konsentrasi yang ditambahkan semakin besar maka laju korosi yang terjadi semakin menurun, hal ini mengindikasikan adanya hubungan berbanding terbalik antara konsentrasi dengan laju korosi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena tingginya konsentrasi ekstrak tumbuhan paku perak mengakibatkan frekuensi interaksi antara sisi aktif molekul dengan permukaan spesimen semakin banyak, sehingga membentuk lapisan pasif yang stabil yang berakibat semakin besar area permukaan baja yang tertutupi dan menghalangi serangan larutan korosif [11][12]. Laju korosi terendah diperoleh pada konsentrasi 2500 ppm yaitu 0,000173  $\text{gram}/\text{cm}^2 \cdot \text{hari}$ . Penurunan laju korosi ini karena inhibitor ekstrak tumbuhan paku perak mengandung senyawa flavonoid, alkaloid serta senyawa karbon heteroatom yang mengandung atom N, O, serta atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Hal tersebut karena semakin meningkat konsentrasi maka semakin banyak senyawa yang terkandung pada ekstrak,

senyawa tersebut akan semakin banyak yang teradsorp pada permukaan baja. Teradsorpsinya senyawa dalam ekstrak pada baja diakibatkan oleh adanya proses pengisian elektron dari senyawa ekstrak pada orbital kosong Fe pada plat baja, sehingga Fe lebih stabil dengan adanya pengisian elektron tersebut yaitu tidak mudah untuk teroksidasi dan membuat permukaan baja terlapisi serta terhalangi terhadap serangan ion agresif  $\text{Cl}^-$  dan molekul  $\text{H}_2\text{O}$  yang dapat menimbulkan korosi. Semakin banyak ekstrak yang melekat pada permukaan baja maka semakin kecil proses korosi terjadi, sehingga laju korosi semakin menurun. Hal ini dapat ditunjukkan pula dengan Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara konsentrasi inhibitor ekstrak tumbuhan paku perak terhadap laju korosi

Namun demikian suatu inhibitor tidak akan bekerja dengan baik apabila inhibitor tersebut telah mengalami kejenuhan, seperti pada konsentrasi 3000 ppm yang mengalami kenaikan pada grafik hubungan antara konsentrasi dengan laju korosi. Hal ini telah terjadi korosi karena pada konsentrasi ini menunjukkan adanya kelebihan konsentrasi inhibitor yang mengakibatkan adanya reaksi penguraian kembali terhadap lapisan inhibitor.



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi inhibitor ekstrak tumbuhan paku perak terhadap efisiensi inhibisi

Gambar 3. menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan paku perak dapat berperan sebagai inhibitor organik, di mana ekstrak dapat bekerja sebagai inhibitor optimum pada konsentrasi 2500 ppm yang dibuktikan adanya nilai efisiensi inhibisi tertinggi adalah 57,273%. Hasil tersebut mengindikasikan adanya pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibisi pada medium larutan  $\text{NaCl}$  3% terlihat adanya peningkatan nilai efisiensi dengan semakin bertambahnya konsentrasi yang diberikan, namun pada konsentrasi 3000 ppm mengalami penurunan menjadi 55% karena pada konsentrasi ini telah mengalami kejenuhan.

d. Tahap penentuan jenis adsorpsi isoterml

Setelah diperoleh potensi ekstrak tumbuhan paku perak sebagai inhibitor korosi, kemudian dilakukan penentuan jenis adsorpsi isoterml yang terjadi pada ekstrak yang menempel pada permukaan baja ASTM A36 yang telah dilakukan pengujian. Pada penentuan jenis adsorpsi isoterml ini melibatkan data konsentrasi (C) dan data luas cakupan adsorbat yang dapat menempel pada adsorben ( $\theta$ ). Luas cakupan ( $\theta$ ) tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\theta = \frac{W_{blank} - W}{W_{blank}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\theta$  = Luas cakupan permukaan (%)

$W_{blank}$  = pengurangan massa pada konsentrasi 0 ppm (g)

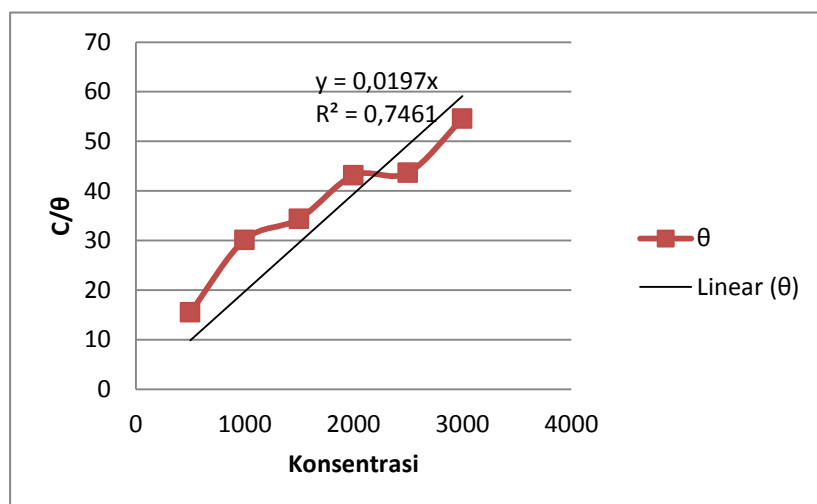
$W$  = pengurangan massa (g)

Setelah semua dihitung maka jenis adsorpsi isoterml dapat ditentukan, sehingga diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 4.

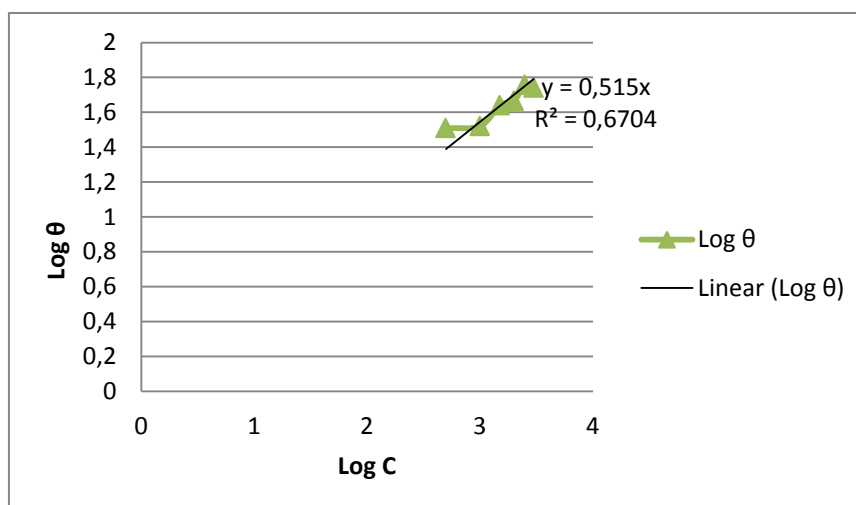
Tabel 4. Data untuk menentukan jenis adsorpsi isoterml

No.	C	Selisih Berat (gr)	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Luas cakupan ( $\theta$ ) (%)	C/ $\theta$ (ppm)	log C	Log $\theta$
1.	0	0.022	54.24	0	0	0	
2.	500	0.0149	54.24	32.27273	15.49296	2.69897	1.508836
3.	1000	0.0147	54.24	33.18182	30.13699	3	1.5209
4.	1500	0.0124	54.24	43.63636	34.375	3.176091	1.639849
5.	2000	0.0118	54.24	46.36364	43.13725	3.30103	1.666177
6.	2500	0.0094	54.24	57.27273	43.65079	3.39794	1.757948
7.	3000	0.0099	54.24	55	54.54545	3.477121	1.740363

Berdasarkan data pada Tabel 4. tersebut maka dapat digambarkan dengan grafik adsorpsi isoterml berikut ini:



Gambar 4. Adsorpsi isoterml Langmuir

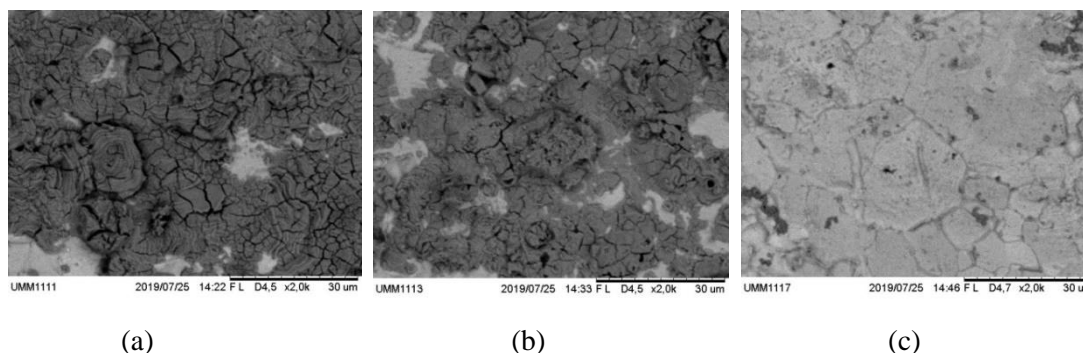


Gambar 5. Adsorpsi isothermal Freundlich

Berdasarkan grafik tersebut diperoleh nilai regresi tertinggi yaitu 0,7461 pada grafik adsorpsi isothermal Langmuir. Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis adsorpsi isothermal ekstrak tumbuhan paku perak pada permukaan plat baja ASTM A30 merupakan adsorpsi kimia dengan terbentuknya satu layer. Adsorpsi kimia lebih kuat dibandingkan dengan adsorpsi fisika karena pada adsorpsi kimia terbentuk suatu ikatan kimia antara molekul senyawa metabolit sekunder pada ekstrak sebagai adsorbat dengan plat baja ASTM A30 sebagai adsorben.

#### 3.4 Pengujian SEM

Pengamatan dengan menggunakan SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan spesimen dalam pengujian inhibitor korosi. Dalam penelitian ini spesimen yang diujikan berupa baja dengan tipe ASTM A36 dengan ketentuan yaitu baja tanpa perlakuan, konsentrasi 0 ppm dan konsentrasi 2500 ppm. Pengamatan menggunakan SEM dengan konsentrasi 2500 ppm karena pada penelitian ini konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi yang optimum untuk pengujian inhibitor korosi.



Gambar 6. Morfologi permukaan spesimen berupa baja ASTM A36

- (a) Morfologi permukaan spesimen dengan tanpa perlakuan
- (b) Morfologi permukaan spesimen dengan konsentrasi 0 ppm
- (c) Morfologi permukaan spesimen dengan konsentrasi 2500 ppm

Berdasarkan hasil uji dengan SEM yang ditunjukkan pada Gambar 4, terdapat perbedaan morfologi dari ketiga spesimen sebelum dan sesudah perlakuan, bahkan dengan



konsentrasi yang paling optimum. Spesimen konsentrasi 0 ppm yaitu tanpa adanya penambahan inhibitor menunjukkan proses korosi yang terlihat jelas. Morfologi permukaan dari spesimen tanpa diberikan perlakuan terlihat lebih jelas yang mengindikasikan proses korosi yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan spesimen pada konsentrasi 0 ppm. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi merah kecoklatan. Pada konsentrasi 0 ppm mengalami korosi yang disebabkan oleh keberadaan ion agresif  $\text{Cl}^-$  pada larutan NaCl yang dengan mudahnya menyerang lapisan pelindung pada material [13]. Selain itu, adanya proses korosi juga disebabkan oleh adanya faktor seperti air dan oksigen. Sementara itu semakin bertambahnya konsentrasi larutan ekstrak metanol tumbuhan paku perak yang diberikan maka semakin berkurang proses korosi yang terjadi, karena semakin besar konsentrasi yang ditambahkan berarti semakin berfungsinya inhibitor yang terbentuk pada permukaan spesimen baja ASTM A36. Inhibitor yang dicampurkan pada media korosif yaitu larutan 3% NaCl mampu melindungi spesimen baja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja [14].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa ekstrak metanol tumbuhan paku perak dapat digunakan sebagai inhibitor organik, dengan adanya pengaruh antara konsentrasi ekstrak metanol tumbuhan paku perak dengan laju korosi baja yaitu semakin tinggi konsentrasi maka semakin rendah laju korosi baja yang dihasilkan. Laju korosi baja terendah dihasilkan pada konsentrasi 2500 ppm yakni sebesar  $0,000173 \text{ gram/cm}^2\text{hari}$ . Sementara itu, konsentrasi ekstrak metanol tumbuhan paku perak juga berpengaruh terhadap efisiensi inhibisi yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula nilai efisiensi inhibisi. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 57.27% pada konsentrasi 2500 ppm. Peristiwa adsorpsi isotermal yang terjadi pada proses inhibisi korosi adalah jenis adsorpsi isotermal Langmuir, di mana adsorpsi ini merupakan adsorpsi kimia yang terbentuk suatu ikatan kimia antara molekul senyawa metabolit sekunder pada ekstrak dengan plat baja ASTM A36 yang digunakan.

#### Daftar pustaka

- [1] Pirolini, A. 2012. *ASTM A36 Mild/Low Carbon Steel*. <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6117>. Diakses pada tanggal 09 Maret 2018
- [2] Pradityana. Atria., Sulistijono., Abdullah Shahab. 2016. *Effectiveness Of Myrmecodia Pendans Extract As Eco-Friendly Corrosion Inhibitor For Material API 5L Grade B In 3,5% Nacl Solution*. Advance Material Research. 1964(1). 020010
- [3] Dalimunthe, I.S. 2014. *Kimia dari Inhibitor Korosi*. Sumatera Utara: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [4] Ludiana, Y & Handani, S. 2012. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade Berw. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*. 1(1): 1964–1985.
- [5] Haryono, G., Sugiarto, B., Farid, H., dan Tanoto, Y., 2010. Ekstrak Bahan Alami Sebagai Inhibitor Korosi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta.
- [6] Abdurrahim D. (2006). *Paku-Pakuan Tugas Tanaman dan Sistem Ruang Terbuka Hijau*. [http://www.freewebs.com/arl\\_ipb](http://www.freewebs.com/arl_ipb). Diakses tanggal 15 April 2016.
- [7] Suyatno, Hidajati, N., Effin, A.Y. 2009, Suatu Senyawa Dihidroalkon dari Tumbuhan Paku Perak (*Pityrogramma calomelanos*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Jurusan Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Yunita, T., Rinda, S.S., Jatmoko, A., Sulistijono. 2018. Studi Penambahan Inhibitor Organik Ekstrak Daun Bawang Tiwai (*Eleutherine Americana Merr.*) pada Baja API 5L dalam Lingkungan 3,5% NaCl. *SPECTA Journal of Technology*. 2(3): 1-9.

- [9] Yufita, E., Fitriana. D. & Zulfalina. 2018. Pengendalian Laju Korosi Pada Baja Plat Hitam A36 Dalam Medium Korosif Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Salam. *J. Aceh Phys. Soc.*, 7(2): 67-71.
- [10] 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. *Teknik Kimia*. 20(1): 28-37.
- [11] Soltani, N., Tavakkoli, N., Khayatkashani, M., and Jalali, M. R. 2012. Green approach to corrosion inhibition of 304 stainless steel in hydrochloric acid solution by the extract of salvia officinalis leaves. *Corrosion Science*. 62. 122-135.
- [12] Amin, M.A & Ibrahim, M.M. 2011. Corrosion and corrosion control of mild steel in concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions by a newly synthesized glycine derivative. *Corrosion Science*. 53(3):873-885.
- [13] Novia, Sintia. 2018. *Analisis Laju Korosi Dan Kekerasan Pada Stainless Steel 304 Dan Baja Nikel Laterit Dengan Variasi Kadar Ni (0,3 Dan 10% Ni) Dalam Medium Korosif*. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- [14] Rani, B. E., & Basu, B. B. 2012. Green Inhibitors for Corrosion Protection of Metals and Alloys: An Overview. *International Journal of Corrosion*. 1(1): 1-15.