

## Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja

Apriska Prameswari\*, Dahyunir Dahlan

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 20 Agustus 2021

Direvisi: 04 Oktober 2021

Diterima: 07 Oktober 2021

#### kata kunci:

daun jambu biji  
elektrodeposisi  
inhibitor korosi  
weight loss

#### Keywords:

guava leaf  
electrodeposition  
corrosion inhibitor  
weight loss

#### Penulis Korespondensi:

Apriska Prameswari

Email:

[apriskaprameswari2799@gmail.com](mailto:apriskaprameswari2799@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang sintesis lapisan tipis antikorosi menggunakan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) sebagai inhibitor korosi pada baja. Pelapisan dilakukan dengan metode elektrodeposisi yang bertujuan untuk melindungi permukaan baja. Pembuatan lapisan diawali dengan mencampurkan  $\text{CuSO}_4$  1 M, asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 0,24 M, dan aquades yang kemudian diaduk dan ditambahkan inhibitor ekstrak daun jambu biji dengan variasi konsentrasi 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 3%, 5%, 7%, dan 9% volume inhibitor. Media korosif dibuat dengan melarutkan 3,65 g HCl ke dalam 100 mL aquades dan perlakuan korosif diberikan selama 10 jam pada suhu ruang. Laju korosi dan efisiensi inhibisi baja diukur menggunakan metode *weight loss*. Nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi paling optimal adalah pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 0,85  $\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{jam}$ , dan efisiensi inhibisinya sebesar 74,63%. Laju korosi cenderung semakin kecil ketika konsentrasi inhibitor dinaikkan dengan laju terendah pada konsentrasi 5%. Pelapisan dengan metode elektrodeposisi menghasilkan permukaan baja yang tebal, halus dan terlapisi dengan baik.

*This study discusses the synthesis of anti-corrosion coating using guava leaf extract (*Psidium guajava L.*) as a corrosion inhibitor on steel. The coating was carried out using the electrodeposition method which aims to obtain a thin protecting layer on steel surface. Preparation of the layer began with mixing 1 M  $\text{CuSO}_4$ , 0.24 M boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), and distilled water which was then stirred and added guava leaf extract inhibitor with varying concentration namely 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3 %, 0.4%, 0.5%, 3%, 5%, 7%, and 9% volume. Corrosive media was prepared by dissolving 3.65 g HCl into 100 mL of distilled water and the corrosive treatment was given for 10 hours at room temperature. The corrosion rate and inhibition efficiency of steel was measured using the weight loss method. The value of the corrosion rate and the most optimal inhibition efficiency was at a concentration of 5%, which was 0.85  $\text{mg}/\text{cm}^2\cdot\text{hour}$ , and the inhibition efficiency was 74.63%. The increase of inhibitor concentration results in a lower where the lowest corrosion rate was found for concentration of 5%. Coating with electro deposition method produces a thick, smooth and well coated steel surface*

Copyright © 2021 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mengakibatkan peningkatan penggunaan logam seperti besi, baja, dan aluminium. Hampir semua peralatan industri terbuat dari logam terutama baja. Walaupun banyak digunakan, bukan berarti logam tidak memiliki kelemahan. Dalam kehidupan sehari-hari, banyak faktor yang menyebabkan daya guna logam ini menurun, salah satunya adalah terjadinya korosi atau pengkaratan pada logam. Efek korosi dapat dikurangi dengan melakukan pengendalian dan perlindungan terhadap logam, seperti pemilihan material, pelapisan (*coating*), proteksi katodik dan penambahan inhibitor (Jones, 1996).

Secara umum, inhibitor korosi terdiri dari inhibitor organik dan anorganik. Inhibitor anorganik ini mengandung senyawa-senyawa kimia seperti nitrit, urea, fosfat dan senyawa amina yang berbahaya, tidak ramah lingkungan dan memiliki harga yang mahal (Haryono *et al.*, 2010). Oleh sebab itu, sekarang banyak digunakan inhibitor organik untuk memperlambat laju korosi pada logam.

Inhibitor organik biasanya berasal dari ekstrak tanaman yang mengandung senyawa organik seperti tanin, alkaloid, saponin, asam amino, dan protein yang dapat mengurangi laju korosi. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada daun, akar, kulit, buah dan batang tumbuhan. Salah satu tumbuhan yang mengandung tanin adalah daun jambu biji (*Psidium guajava L.*). Jambu biji merupakan tanaman penghasil buah yang banyak terdapat di Indonesia. Tanaman ini memiliki banyak manfaat, salah satunya pada bagian daunnya yang mengandung senyawa tanin. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi sehingga laju korosi menurun.

Peneliti sebelumnya telah mensintesis lapisan *cuprum* (Cu) menggunakan metode elektrodeposisi (Tissos *et al.*, 2018). Berdasarkan uji korosi diperoleh nilai efisiensi inhibisi ekstrak kulit buah kakao sebesar 69,4% dengan penambahan inhibitor 1% dan 81,9% dengan inhibitornya 1,5%. Dengan tegangan 3V, lapisan paling halus dan merata diperoleh pada konsentrasi inhibitor kulit buah kakao 1%.

(Lubis and Dahlan, 2020) telah membuat lapisan anti korosi menggunakan tanin dari kulit batang bakau sebagai inhibitor. Lapisan anti korosi tersebut dibuat dengan metode elektrodeposisi dari campuran tembaga (II) sulfat, asam borat dan akuabides tanpa dan dengan ekstrak kulit batang bakau pada konsentrasi 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5% dan 3% volume. Laju korosi terendah sebesar 0,012 g/cm<sup>2</sup>.jam, dan efisiensi inhibisinya tertinggi 70% diperoleh pada konsenrasi 3%.

Lapisan nikel (Ni) telah disintesis juga pada permukaan baja dengan metode elektrodeposisi dan penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma Cacao*) dengan variasi konsentrasi inhibitor adalah 1% dan 2%. Tegangan yang semakin meningkat akan menghasilkan lapisan deposisi semakin tebal. Variasi tegangan dan konsentrasi terbaik adalah 1% dengan tegangan 3 V. Penambahan ekstrak kulit buah kakao membuat morfologi baja menjadi semakin halus dan lebih merata (Yetri *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis lapisan anti korosi dari CuSO<sub>4</sub>, asam borat dan inhibitor organik daun jambu biji pada baja konvensional, dengan medium korosifnya adalah HCl 1 M. Metode yang digunakan adalah elektrodeposisi dengan konsentrasi inhibitornya adalah 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Pengujian yang dilakukan adalah kehilangan berat (*weight loss*) untuk mengetahui seberapa besar daya efisiensi inhibitor tersebut untuk menghambat laju reaksi korosi pada baja. Laju korosi terendah terjadi pada konsentrasi 5% sebesar 0,85 mg/cm<sup>2</sup>.jam, dan nilai efisiensi inhibisi terbaik yang diperoleh sebesar 74,63%.

## II. METODE

Alat dan bahan yang digunakan adalah daun jambu biji, pelat baja, HCl, CuSO<sub>4</sub> 1 M, (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) 0,24 M, peralatan elektrodeposisi, *rotary vacuum evaporator* tipe IKA RV 8V, *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray*, dan mikroskop optik tipe Mitra Digital MD 3000 Binokuler.

### 2.1 Persiapan Sampel

Baja dipotong dengan ukurn panjang 2 cm, lebar 1 cm, dan ketebalan 1 mm. Baja direndam dalam aquades selama 5 menit untuk menghilangkan kotoran dan lemak yang menempel di permukaan baja.

## 2.2 Pembuatan Ekstrak Daun Jambu Biji

Daun jambu biji dicuci dan dikeringanginkan selama 14 hari. Daun jambu biji diblender dan serbuk daun jambu biji dimaserasi menggunakan etanol 70% selama 3 hari dengan perbandingan 1:5. Semua hasil maserasi dipekatkan dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator*.

## 2.3 Pembuatan Larutan Elektrolit dan Media Korosif HCl

Larutan elektrolit dibuat dengan menambahkan 20 g  $\text{CuSO}_4$  dan 3 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$  yang dilarutkan dalam 200 mL aquades dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu ruang. Media korosif ini dibuat dengan cara melarutkan 3,65 g HCl ke dalam 100 mL aquades.

## 2.4 Metode Elektrodeposisi

Larutan elektrolit dan inhibitor ekstrak daun jambu biji dengan konsentrasi 0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4%; 0,5%; 3%; 5%; 7%; dan 9% dimasukkan ke dalam wadah elektrodeposisi yang sudah tersambung ke catu daya. Ketika catu daya dihubungkan ke arus listrik, tegangan diatur menjadi 3 V dan proses elektrodeposisi dilakukan selama 5 menit. Arus yang diamati saat menghidupkan catu daya dicatat sebagai arus awal dan setelah 5 menit sebelum mematikan catu daya, arus juga diamati sebagai arus akhir elektrodeposisi.

## 2.5 Pengukuran Laju Korosi

Setelah dielektrodeposisi, sebelum direndam dalam media korosif, substrat baja ditimbang massanya menggunakan timbangan digital. Kemudian sampel direndam dalam HCL 1 M selama 10 jam dan sampel ditimbang kembali untuk melihat massa akhir setelah diberikan perlakuan korosi. Laju korosi dengan metode kehilangan berat dan efisiensi inhibisi dihitung menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2,

$$v = \frac{\Delta m}{At} \quad (1)$$

$$IE\% = \frac{I_{unh} - I_{inh}}{I_{unh}} \times 100\% \quad (2)$$

dimana  $v$  adalah laju korosi,  $\Delta m$  adalah jumlah massa yang hilang,  $A$  adalah luas permukaan baja dan  $t$  adalah waktu perendaman,  $IE$  adalah nilai efisiensi inhibisi,  $I_{unh}$  adalah nilai arus tanpa penambahan inhibitor dan  $I_{inh}$  adalah arus dengan penambahan inhibitor.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Perubahan Arus saat Elektrodeposisi

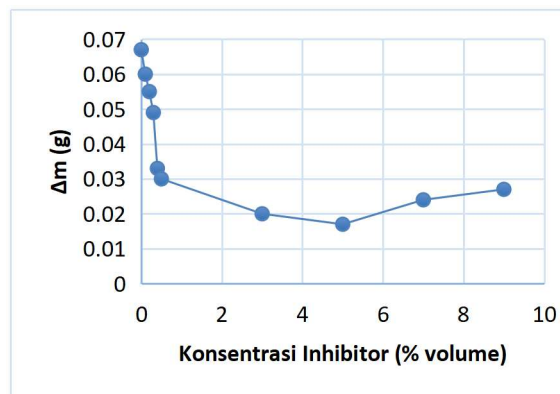
Perubahan arus sebelum dan sesudah dielektrodeposisi dapat dilihat pada Tabel 1. Konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji berpengaruh pada arus yang dihasilkan, baik sebelum maupun setelah elektrodeposisi. Perubahan arus ini terjadi karena adanya ion-ion yang bergerak pada larutan elektrolit saat elektrodeposisi. Ion-ion tersebut akan bergerak dari katoda menuju anoda dan mengalami reaksi reduksi oksidasi sehingga akan terbentuk endapan atau lapisan yang melindungi permukaan baja.

**Tabel 1** Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap perubahan arus saat elektrodeposisi

Konsentrasi (% volume)	Arus (A)		Perubahan Arus (A)
	Arus Awal	Arus Akhir	
0	0,025	0,022	0,003
0,1	0,030	0,023	0,007
0,2	0,023	0,018	0,005
0,3	0,014	0,013	0,001
0,4	0,025	0,024	0,001
0,5	0,023	0,017	0,006
3	0,027	0,024	0,003
5	0,031	0,024	0,007
7	0,032	0,030	0,002
9	0,028	0,026	0,002

### 3.2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Perubahan Massa Baja

Perubahan massa baja dapat dilihat ketika sampel sudah dielektrodeposisi dan direndam dalam medium korosif HCl selama 10 jam. Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap perubahan massa baja dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Perubahan Massa Baja Sebelum dan sesudah direndam dalam media korosif HCl

Inhibitor ekstrak daun jambu biji mampu mengurangi kehilangan massa pada baja, hal ini dibuktikan pada baja yang tidak diberikan inhibitor mengalami kehilangan massa sebesar 0,067 g, sedangkan pada konsentrasi inhibitor 0,1% mengalami kehilangan massa sebesar 0,060 g. Pada konsentrasi 0% sampai 5%, perubahan massa baja semakin berkurang karena konsentrasi inhibitor yang semakin meningkat. Perubahan massa paling rendah didapatkan pada konsentrasi 5%, hal ini terjadi karena inhibitor yang ditambahkan bekerja secara optimal untuk melindungi permukaan baja, sehingga ketika direndam dalam HCl, permukaan baja tidak banyak terkorosi. Pada konsentrasi di atas 5%, perubahan massa baja meningkat dikarenakan inhibitor yang terlalu banyak akan membuat fungsinya untuk melindungi permukaan baja menjadi menurun dan baja semakin mudah terkorosi (Marzi, 2014).

Kehilangan massa baja setelah direndam dalam HCl disebabkan oleh larutan HCl yang memiliki sifat korosif dan kemampuan untuk mengikis lapisan yang terbentuk di permukaan baja. Banyaknya inhibitor yang diberikan berpengaruh terhadap lapisan yang terbentuk. Semakin banyak inhibitor maka kemampuannya dalam melindungi permukaan baja akan semakin bagus jika konsentrasi yang diberikan tepat. Konsentrasi yang diberikan terlalu banyak akan membuat fungsi inhibitor menurun untuk melindungi permukaan baja, sehingga baja akan mudah mengalami reaksi reduksi oksidasi.

### 3.3 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja

Laju korosi baja dihitung dengan metode kehilangan berat sesuai Persamaan 1, dimana baja ditimbang dahulu sebelum dan sesudah diberikan perlakuan korosi dalam media korosif HCl selama 10 jam, sedangkan nilai efisiensi inhibisi dihitung menggunakan Persamaan 2. Hasil perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibisi dari setiap sampel ditunjukkan pada Tabel 2.

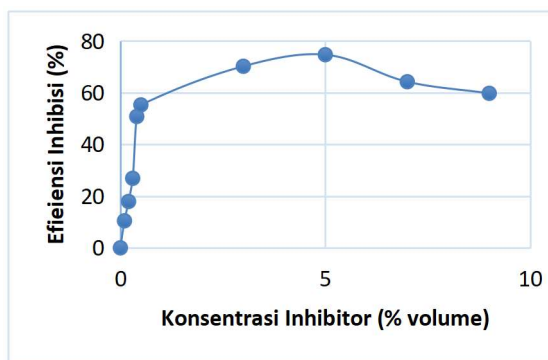
**Tabel 2** Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi Baja

Konsentrasi (%)	Massa Sampel (g)			Laju Korosi (mg/cm <sup>2</sup> .jam)	Efisiensi Inhibisi (%)
	Massa Awal	Massa Akhir	$\Delta m$		
0	3,3895	3,3225	0,067	3,35	0
0,1	3,4767	3,4167	0,060	3,00	10,4478
0,2	3,2238	3,1688	0,055	2,75	17,9104
0,3	3,2909	3,2419	0,049	2,45	26,8657
0,4	3,2120	3,1730	0,033	1,65	50,7463
0,5	3,2974	3,2594	0,030	1,50	55,2239
3	3,2221	3,1921	0,020	1,00	70,1493
5	3,6171	3,5911	0,017	0,85	74,6269
7	3,7522	3,7212	0,024	1,20	64,1791
9	3,5841	3,5501	0,027	1,35	59,7015

Sampel yang memiliki laju korosi paling tinggi adalah pada konsentrasi 0% atau tanpa penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji dengan nilai  $3,35 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ . Ketika inhibitor ditambahkan pada larutan elektrolit, maka laju korosi baja akan semakin berkurang sampai pada konsentrasi 5%. Inhibitor dengan konsentrasi 5% merupakan yang paling optimal dengan laju korosi paling kecil sebesar  $0,85 \text{ mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ , dimana senyawa tannin yang terdapat pada inhibitor mampu membentuk senyawa kompleks dengan Fe (III) yang dapat melapisi permukaan baja dan melindungi baja dari serangan korosi (Hasan, 2015).

### 3.4 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi dapat dikatakan sebagai kemampuan inhibitor dalam menghambat terjadinya proses reaksi korosi pada logam. Nilai efisiensi inhibisi pada baja dapat dilihat pada Gambar 2.

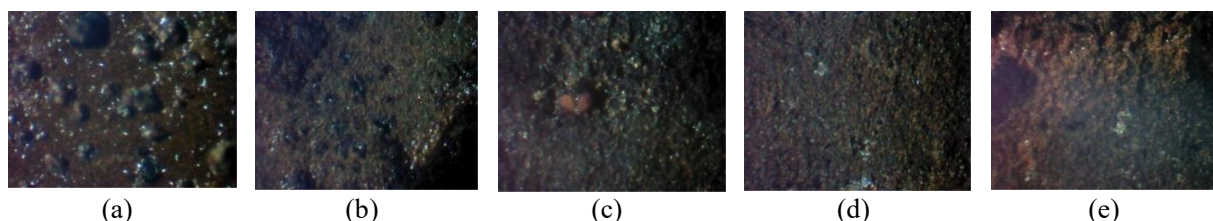


Gambar 2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Efisiensi Inhibisi

Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang diberikan, maka nilai efisiensi inhibisi yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dikarenakan inhibitor yang semakin meningkat, selagi dalam batas wajar (tidak terlalu banyak) akan menghambat terjadinya reaksi korosi pada baja. Persentase efisiensi inhibisi paling optimal terdapat pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 74,63%. Dikarenakan laju korosi pada konsentrasi diatas 5% semakin meningkat, maka efisiensi inhibisinya akan semakin menurun.

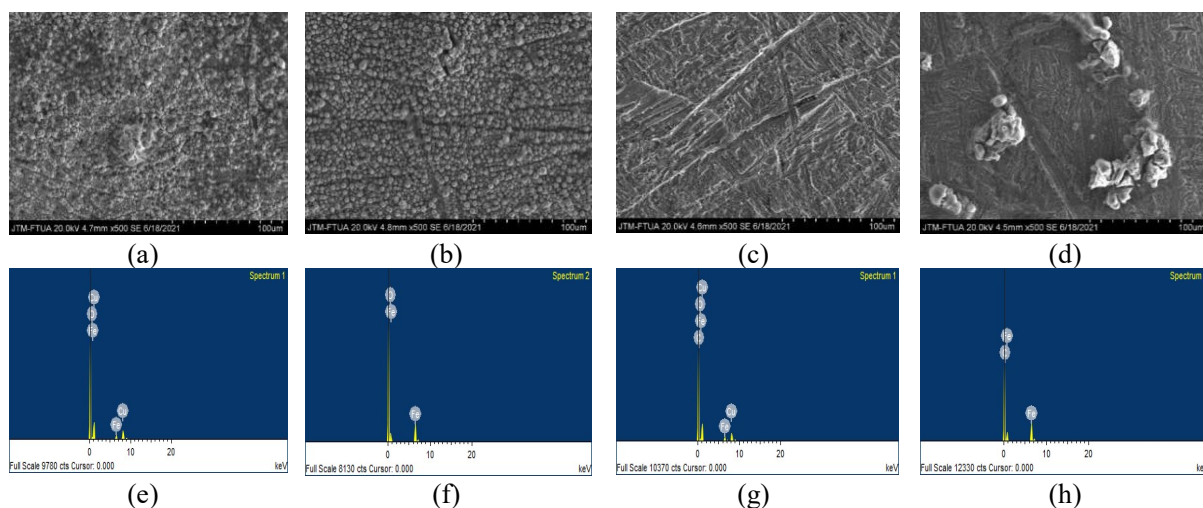
### 3.5 Pengamatan Sampel dengan Mikroskop Optik dan SEM-EDX

Hasil morfologi permukaan baja diamati dengan mikroskop optik setelah direndam dalam HCl untuk konsentrasi dari rentang 0,1% sampai 0,5% dengan perbesaran 100 kali. Gambar morfologi sampel dapat dilihat pada Gambar 3. Dapat diamati untuk konsentrasi 0,1%, lapisan yang terbentuk mengandung butiran kasar cukup besar dan menumpuk yang merupakan korosi akibat direndam dalam HCl. Pada konsentrasi 0,2%, lapisannya lebih halus dibanding 0,1% karena adanya inhibitor yang ditambahkan. Permukaan yang diamati ini masih mengandung butiran kasar yang cukup banyak dan berwarna hitam. Konsentrasi 0,3% lebih baik dari sebelumnya, dikarenakan lapisannya lebih merata tetapi terdapat sedikit butiran besar di permukaannya. Morfologi pada konsentrasi 0,4% terlihat lebih baik karena hanya sedikit butiran-butiran yang menempel pada permukaan baja. Lapisan yang terbentuk pada konsentrasi inhibitor 0,5% lebih tebal daripada 0,4%, permukaan lapisan yang terbentuk tidak terdapat tonjolan-tonjolan besar dan hanya sedikit permukaan yang tidak terlapsi oleh inhibitor.



Gambar 3 Hasil Morfologi Permukaan Sampel setelah dielektrodeposisi dan direndam dalam HCl selama 10 jam, dengan konsentrasi inhibitor (a) 0,1%, (b) 0,2%, (c) 0,3%, (d) 0,4%, dan (e) 0,5%

Hasil uji SEM-EDX pada sampel dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil morfologi untuk konsentrasi 9% sebelum diberikan perlakuan korosi terlihat bahwa inhibitor tidak bekerja dengan baik dikarenakan lapisan pada permukaan baja tidak terbentuk. Permukaan baja dominan dibentuk oleh unsur Fe, C dan sedikit SiO<sub>2</sub>. Hal ini berarti, untuk konsentrasi yang besar, inhibitor kehilangan fungsinya untuk melapisi, sehingga mengakibatkan permukaan baja terkikis. Hal ini terjadi karena tanin merupakan senyawa asam, jika terlalu banyak ditambahkan maka akan mengikis permukaan baja. Pada Gambar 4d dapat dilihat bahwa ketika direndam dalam HCl 1 M, akan terbentuk tonjolan-tonjolan besar akibat adanya reaksi korosi yang terjadi pada permukaan baja. Baja tidak terlihat terlapisi dikarenakan konsentrasi inhibitor yang cukup tinggi. Sampel dengan konsentrasi 9% tidak mengandung unsur lain selain Fe dan C dikarenakan keduanya adalah unsur penyusun baja.



**Gambar 4** Hasil Pengamatan SEM untuk sampel dengan konsentrasi (a) 0% sebelum direndam dalam HCl, (b) 0% setelah direndam dalam HCl, (c) 9% sebelum direndam dalam HCl, (d) 9% setelah direndam dalam HCl, (e) 0% EDX sebelum direndam HCl, (f) 0% EDX setelah direndam HCl, (g) 9% EDX sebelum direndam HCl, (h) 9% EDX setelah direndam HCl

#### IV. KESIMPULAN

Laju korosi dan efisiensi inhibisi paling optimal terdapat pada konsentrasi 5% inhibitor ekstrak daun jambu biji yaitu berturut-turut 0,85 mg/cm<sup>2</sup>.jam dan 74,63%. Laju korosi semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi inhibitor sampai pada 5%, sedangkan di atas 5% inhibitor, laju korosi semakin meningkat dikarenakan morfologi permukaan yang terbentuk lebih kasar dan tidak terlapisi semuanya. Hasil karakterisasi morfologi permukaan baja menggunakan mikroskop optik memperlihatkan bahwa konsentrasi 0,4% inhibitor ekstrak daun jambu biji adalah yang paling halus dan terlapisi secara merata. Karakterisasi dengan SEM-EDX memperlihatkan bahwa konsentrasi 0% inhibitor ekstrak daun jambu biji membuat permukaan baja terlapisi seluruhnya oleh lapisan Cu, sedangkan konsentrasi 9% inhibitor ekstrak daun jambu biji tidak membuat permukaan baja terdposisi karena konsentrasi inhibitor yang terlalu banyak justru akan mengikis permukaan baja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Haryono, G., Sugiantoro, B., Farid, H. and Tanoto, Y. (2010), "Ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi", *Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi*.
- Hasan, Z. (2015), "Studi Pemanfaatan Ekstrak Lignin Kulit Kopi Sebagai Inhibitor Organik Korosi Besi".
- Jones, D.A. (1996), *Principles and Prevention of Corrosion*.
- Lubis, M.F. and Dahlan, D. (2020), "Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Tanin dari Kulit Batang Bakau sebagai Inhibitor", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 9 No. 2, pp. 277–283.

- Marzi, D. (2014), “Studi Pengaruh Penambahan Konsentrasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomeae Batatas Poiret*) Sebagai Green Inhibitor Terhadap Laju Korosi Pada Baja Api 51 Grade B Schedule 40 Di Lingkungan Nacl 3,5%”, Universitas Andalas.
- Tissos, N.P., Dahlan, D. and Yetri, Y. (2018), “Synthesis of Cuprum (Cu) layer by electrodeposition method with theobroma cacao peels as corrosion protector of steel”, *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, Vol. 8 No. 4, pp. 1290–1295.
- Yetri, Y., Mahaputri, S.A. and Dahlan, D. (2019), “Sintesa Lapisan Nikel (Ni) Pada Permukaan Baja dengan Metode Elektrodeposisi dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao*)”, *Jurnal Integrasi*, Vol. 11 No. 2, pp. 86–90.