



Analisis Laju Korosi Baja St37 dengan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji dalam Medium Korosif HCl 3% pada Suhu 80°C dan 100°C

Putri Vidia Citra*, Ediman Ginting Suka, Agus Riyanto

Jurusan Fisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, 35141

Article Information

Article history:

Received July 4th, 2021

Received in revised form

July 20th, 2021

Accepted August 24th, 2021

Keywords: corrosion, ST37, guava leaf extract, corrosion rate

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of guava leaf extract as an inhibitor of St37 steel in 3% HCl corrosive medium. Weight reduction method is used to determine the value of the resulting corrosion rate. Soaking of St37 steel at 80 ° C and 100 ° C was carried out with variations in the addition of 0%, 4%, and 8% inhibitor concentrations. The results show the lowest corrosion rate is at a concentration of 8% at an immersion temperature of 80 ° C with an inhibitor efficiency value of 84.07%. Fourier transform infra red (FTIR) analysis results showed that tannin content was found in guava leaf extract. The x-ray diffraction (XRD) results show that the phase formed is pure Fe phase. The results of scanning electron microscopy (SEM) show the presence of lumps on steel surfaces of various sizes which are the product of corrosion. This is reinforced by the results of energy dispersive spectroscopy (EDS) which shows that the increasing number of lumps on the steel surface leaves fewer Fe elements and more FeO corrosion products.

Informasi Artikel

Proses artikel:

Diterima 4 Juli 2021

Diterima dan direvisi dari

20 Juli 2021

Accepted 24 Agustus 2021

Kata kunci: korosi, St37, ekstrak daun jambu biji, laju korosi

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor pada baja St37 dalam medium korosif HCl 3%. Metode pengurangan berat dilakukan untuk mengetahui nilai laju korosi yang dihasilkan. Perendaman baja St37 pada suhu 80 °C dan 100 °C dilakukan dengan variasi penambahan konsentrasi inhibitor 0%, 4%, dan 8%. Hasilnya menunjukkan laju korosi terendah terdapat pada konsentrasi 8% pada suhu perendaman 80 °C dengan nilai efisiensi inhibitor sebesar 84,07%. Hasil analisis fourier transform infra red (FTIR) memperlihatkan bahwa adanya kandungan tanin yang terdapat pada ekstrak daun jambu biji. Hasil x-ray diffraction (XRD) memperlihatkan bahwa fasa yang terbentuk merupakan fasa Fe murni. Hasil scanning electron microscopy (SEM) memperlihatkan adanya gumpalan pada permukaan baja dengan berbagai ukuran yang merupakan produk hasil korosi. Hal ini diperkuat dengan adanya hasil energy dispersive spectroscopy (EDS) yang memperlihatkan bahwa semakin banyaknya gumpalan pada permukaan baja menyisakan unsur Fe yang semakin sedikit dan produk korosi FeO yang semakin banyak.

1. Pendahuluan

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat adanya reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trethewey, K. R and Chamberlain, 1991). Proses korosi terjadi secara alamiah dan tidak dapat dicegah seluruhnya. Korosi merupakan masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan material dasar logam seperti jembatan, mesin, pipa, kapal, dan lain sebagainya (Bard & Murray, 2012). Pelapisan pada permukaan logam dengan suatu lapisan seperti penambahan inhibitor dapat mencegah proses terjadinya korosi (Ilim & Hermawan, 2008).

Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi terhadap struktur baja. Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik (Haryono et al., 2010).

* Corresponding author.

E-mail address: pvidiacitra@gmail.com

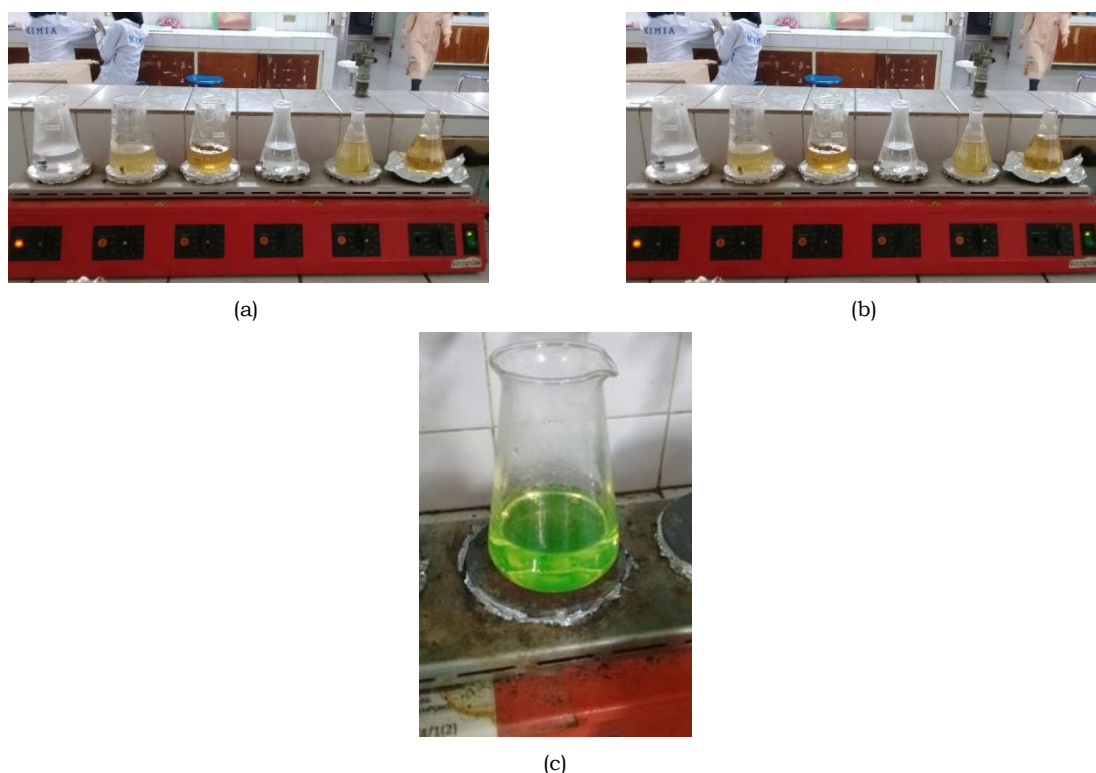
Beberapa ekstrak bahan alam mengandung senyawa organik yang mampu mengurangi laju korosi logam seperti tanin, alkaloid dan pigment (Iriany et al., 2017). Senyawa tanin dipermukaan baja akan menghambat reaksi korosi baja dengan cara membentuk senyawa kompleks dengan Fe_3 yang akan menghalangi serangan ion korosif dipermukaan baja (Favre & Landolt, 1993). Senyawa tanin dan flavonoid banyak terkandung dalam beberapa jenis tumbuhan hijau. Daun jambu biji memiliki kandungan senyawa tanin yang dapat digunakan untuk menghambat proses korosi yang terjadi. Kandungan tanin yang dimiliki daun jambu biji yaitu mencapai 13%, sehingga penambahan tanin ini dapat menurunkan laju korosi besi (Wahyuni & Syamsudin, 2014).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dari pengambilan daun jambu biji segar sebanyak 2000 gram, dikeringkan di udara terbuka selama 25 hari untuk menghilangkan kadar air. Daun jambu biji yang telah kering kemudian dihaluskan dengan blender untuk memudahkan dan memaksimalkan proses ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi yaitu daun jambu biji dimasukkan ke dalam botol yang berisi etanol 96 % selama 24 jam (Haryono et al., 2010). Hasil maserasi tersebut disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat. Filtrat dari hasil maserasi akan diuapkan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 50 °C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

Selanjutnya baja yang sudah dipotong dengan ukuran panjang 5 mm, lebar 5 mm, dan tinggi 5 mm dibersihkan dengan amplas dan ditimbang. Setelah itu masuk dalam tahap pembuatan medium korosif HCl dengan konsentrasi 3%. Untuk mendapatkan HCl 3% akan dilakukan pengenceran HCl 36% dengan penambahan akuades. Langkah awal yang pertama dilakukan yaitu mencari nilai molaritas. Molaritas untuk HCl 36% sebesar 12,06 M. Setelah itu menentukan berapa volume HCl 36% yang akan diencerkan menjadi larutan 100 ml. Kemudian pengenceran dilakukan dengan cara memasukkan sebanyak 8 ml HCl 36% dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 92 ml ke dalam gelas kimia.

Setelah semuanya tersedia maka masuk dalam tahan perendaman. Pada tahap ini, baja yang sudah ditimbang dimasukkan dalam medium korosif HCl 3% dengan konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji 0%, 4% dan 8% pada suhu perendaman 80 °C dan 100 °C serta dilakukan pengulangan sebanyak 1 kali, maka ada 12 sampel pengujian dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji. Selain itu dilakukan juga uji perendaman dengan inhibitor pabrikan (air radiator) yang direndam dalam medium korosif HCl 3% pada suhu 100 °C. Perendaman sampel ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. (a) perendaman sampel dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji pada suhu 80 °C, (b) perendaman sampel dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji pada suhu 100 °C, dan (c) perendaman sampel dengan inhibitor pabrikan pada suhu 100 °C.

Setelah direndam, sampel ditimbang kembali untuk mengetahui pengurangan massa akhir agar dapat dicari nilai laju korosi dan efisiensi inhibitor. Perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibitor ditunjukkan pada **Persamaan 1** dan **2**. Pengujian FTIR pada sampel ekstrak daun jambu biji juga dilakukan untuk mengetahui senyawa penyusun dan gugus fungsi yang terikat pada sampel ekstrak daun jambu biji. Kemudian dilakukan uji XRD untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada sampel baja. Selanjutnya untuk mengetahui struktur permukaan baja dan melihat unsur-unsur kimia yang ada pada sampel dilakukan uji SEM-EDS.

$$CR = \frac{kW}{AtD} \quad (1)$$

dengan, CR = laju korosi (mm/tahun), k = konstanta laju korosi (87,6), W = selisih massa (mg), A = luas permukaan (mm²), T = waktu perendaman (tahun), D = massa jenis (7,85 mg/mm³).

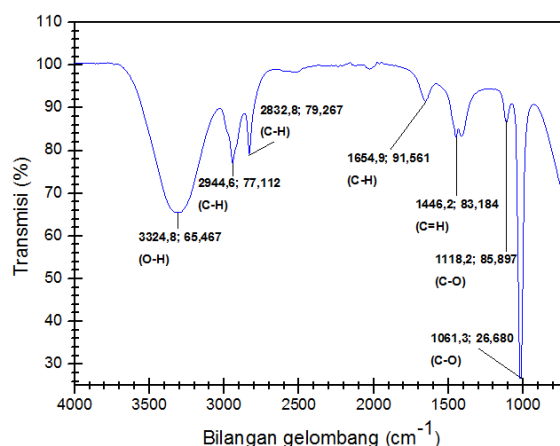
$$\eta(\%) = \frac{CR_{uninhibitor} - CR_{inhibitor}}{CR_{uninhibitor}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan, η = Efisiensi inhibitor (%), $CR_{uninhibitor}$ = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/tahun), $CR_{inhibitor}$ = Laju korosi dengan inhibitor (mm/tahun) (ASTM, 2004).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Tanin dan Analisis FTIR

Berdasarkan **Gambar 2** diketahui gugus-gugus yang terdapat dalam ekstrak daun jambu biji terdiri dari O-H, Alkana C-H, Alkena C=H, dan C-O. Gugus O-H ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 3324,8 cm⁻¹. Gugus alkana C-H ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 2944,6 cm⁻¹, 2832,8 cm⁻¹, dan 1654,9 cm⁻¹. Gugus alkena C=H ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 1446,2 cm⁻¹. Gugus C-O ditunjukkan oleh puncak serapan pada bilangan gelombang 1118,2 cm⁻¹ dan 1061,3 cm⁻¹.



Gambar 2. Hasil analisa FTIR.

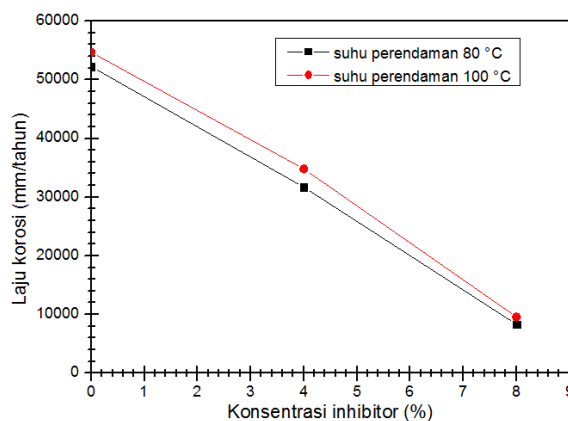
Adanya gugus alkana C-H yang bersifat non-polar dan hidrofobik sehingga mampu menolak air dan gugus C-O yang memiliki kemampuan teradsorpsi pada permukaan baja (Sudiarti et al., 2019). Adsorben dari tanin memiliki potensi untuk dikembangkan karena kemampuannya menjerap logam (Iriany et al., 2017). Berdasarkan hasil analisis FTIR pada **Gambar 2** memiliki kemiripan dengan hasil analisis yang telah dilakukan oleh Christina dan Florentina (2017) yang menyebutkan bahwa kandungan positif tanin mengandung gugus fungsi O-H, C-H, dan C=H.

3.2. Hasil Perhitungan Laju Korosi

Berdasarkan **Gambar 3** nilai laju korosi menunjukkan bahwa semakin besar suhu perendaman maka semakin besar juga laju korosi yang dihasilkan. Penambahan volume inhibitor juga mengakibatkan penurunan laju korosi. Suhu perendaman dan konsentrasi inhibitor memiliki keterkaitan. Inhibitor yang bersifat adsorpsi, pada keadaan suhu tinggi terjadi desorpsi yang ditandai dengan penurunan efisiensi inhibitor (Hcl, 2013).

Pada suhu perendaman 80 °C laju korosi tertinggi ditunjukkan sampel 80-0 pada konsentrasi inhibitor sebesar 0% dengan nilai laju korosi sebesar 52249,7670 mm/tahun, sedangkan untuk sampel 80-4 dan 80-8 dengan konsentrasi inhibitor masing-masing 4% dan 8% menghasilkan laju korosi sebesar 31707,9754 mm/tahun dan 8322 mm/tahun. Kemudian pada suhu perendaman 100 °C laju korosi tertinggi juga ditunjukkan sampel 100-0 dengan konsentrasi inhibitor 0% dimana laju korosi memiliki nilai sebesar 54683,7968 mm/tahun, sedangkan untuk sampel 100-4 dan 100-8 dengan konsentrasi inhibitor masing-masing 4% dan 8% menghasilkan laju korosi sebesar 34831,9640 mm/tahun dan 9591,0331 mm/tahun.

Penambahan volume inhibitor dan waktu perendaman juga berpengaruh terhadap efisiensi inhibitor. Berdasarkan **Tabel 1** efisiensi maksimal terdapat pada konsentrasi inhibitor 8% dengan suhu perendaman 80 °C yaitu sebesar 84,07%. Hal ini dikarenakan daun jambu biji mengandung senyawa tanin yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan Fe pada permukaan logam yang menghambat terjadinya korosi, sehingga nilai laju korosi yang terjadi menurun. Selain itu, senyawa kompleks tersebut akan menghalangi serangan ion-ion korosif pada permukaan logam sampai batas optimum inhibitor (Roberge, 1999). Ini membuktikan bahwa senyawa tanin dapat mencegah korosi (Mulyati et al., n.d.).



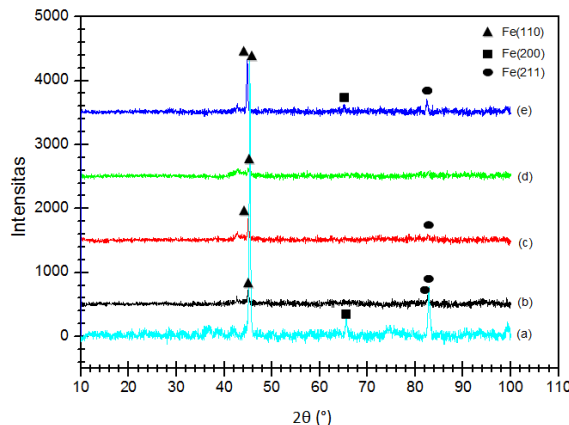
Gambar 3. Hubungan penambahan volume inhibitor dengan laju korosi.

Tabel 1. Hubungan efisiensi terhadap konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji

Sampel	Efisiensi inhibitor (%)
80-0	-
80-4	39,31
80-8	84,07
100-0	-
100-4	36,30
100-8	82,46

3.3. Analisis XRD

Berdasarkan **Gambar 4** menunjukkan puncak-puncak yang dapat diidentifikasi bahwa sampel terbentuk fasa kristal. Intensitas puncak yang tinggi menunjukkan presentase unsur Fe yang tinggi. Dari masing-masing sampel *raw*, sampel 80-0 pengulangan, sampel 80-8, sampel 100-0 dan sampel inhibitor pabrikan memiliki tingkat intensitas fasa Fe yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan perlakuan pada baja berhasil.

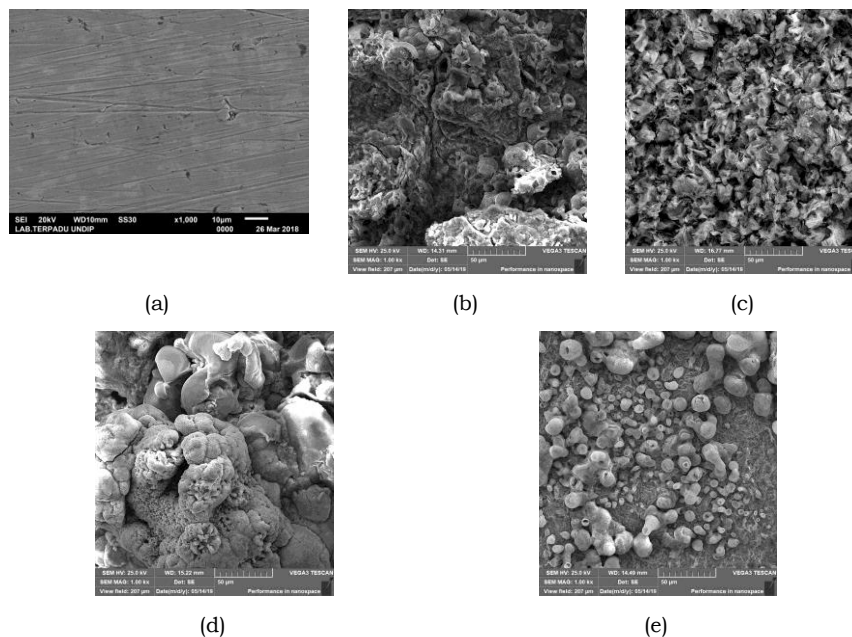


Gambar 4. Difraktogram analisis XRD: (a) sampel *raw*, (b) sampel 80-0 pengulangan, (c) sampel 80-8, (d) sampel 100-0, (e) sampel inhibitor pabrikan.

Berdasarkan hasil difraktogram pada **Gambar 4** dapat dilihat bahwa bidang Fe(110) merupakan bidang dengan persentase tertinggi diikuti dengan bidang Fe(211), sedangkan untuk bidang Fe(200) merupakan bidang dengan persentase terendah dan bahkan tidak terlihat pada sampel 80-0 pengulangan, 80-8 dan 100-0. Sampel *raw* memiliki puncak tertinggi pada masing-masing bidang dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal ini dikarenakan sampel *raw* tidak diberikan perlakuan apapun, hanya dibiarkan pada suhu kamar terbuka. Sedangkan jika kita bandingkan, antara puncak difraktogram sampel inhibitor ekstrak daun jambu biji dan inhibitor pabrikan dapat dilihat bahwa bidang puncak fasa Fe sampel dengan inhibitor pabrikan lebih tinggi dibandingkan sampel dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji.

Sampel dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji dengan puncak fasa Fe terendah dan hampir habis terdapat pada sampel 100-0. Hal ini dikarenakan sampel 100-0 berada dalam lingkungan korosif HCl 3% dan mendapat pengaruh suhu 100 °C tanpa inhibitor. Sedangkan untuk konsentrasi inhibitor tertinggi yaitu sampel 80-8 terdapat dua puncak fasa Fe yang artinya inhibitor bekerja dalam menghambat korosi jika dibandingkan dengan sampel 80-0 pengulangan yang juga memiliki dua puncak fasa Fe namun puncaknya terlihat lebih rendah. Hal ini dikarenakan sampel tidak diberikan inhibitor.

3.4. Analisis SEM-EDS



Gambar 5. Hasil SEM: (a) Sampel *raw* (Mardiana, 2018), (b) Sampel 80-0 pengulangan, (c) Sampel 80-8, (d) Sampel 100-0, (e) Sampel inhibitor pabrikan.

Uji SEM dilakukan untuk melihat permukaan yang telah terkorosi. Berdasarkan **Gambar 5** dapat disimpulkan bahwa sampel yang digunakan terkorosi, dimana terjadi perubahan struktur permukaan pada sampel. Sampel dengan inhibitor ekstrak daun jambu biji yang memiliki tingkat korosi terendah terdapat pada **Gambar 5 (c)**, dimana struktur permukaan baja yang terserang korosi memiliki gumpalan dan lubang-lubang yang tidak terlalu besar seperti **Gambar 5 (b)** dan **Gambar 5 (c)**. Sampel dengan inhibitor pabrikan, berdasarkan **Gambar 5 (e)** terlihat terdapat gumpalan namun tidak merata pada seluruh permukaannya, hal ini menandakan bahwa pada sampel juga terjadi korosi.

Setelah dilakukan uji SEM, dilakukan juga uji EDS menggunakan *detector SE (Secondary electron)* yang bertujuan untuk mengetahui unsur yang ada pada sampel. Sampel yang diuji dengan EDS juga yaitu sampel *raw*, sampel 80-0 pengulangan, sampel 80-8, sampel 100-0 dan sampel inhibitor pabrikan. Hasil EDS ditunjukkan pada **Tabel 2**. Berdasarkan hasil analisis EDS, dapat disimpulkan bahwa semakin sampel terkorosi maka kadar FeO semakin tinggi. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan laju korosi yang telah dilakukan sebelumnya. Semakin tinggi nilai laju korosi maka semakin banyak kadar FeO yang terdapat pada sampel.

Tabel 2. Perbandingan unsur dan senyawa yang terdapat pada masing-masing sampel

Unsur	Persentase (%)				
	<i>Raw</i>	80-0 pengulangan	80-8	100-0	Inhibitor pabrikan
Fe	89,80	25,14	41,64	24,87	34,88
O	21,19	50,55	25,16	47,39	43,50
C	8,65	24,05	31,50	25,76	21,24
Cr	-	0,07	1,57	0,04	0,10
Cl	-	-	-	1,77	0,13
Mn	0,77	-	-	-	-
Si	0,55	0,12	0,11	0,07	0,08
Al	0,23	0,06	0,03	0,11	0,08
FeO	91,55	75,27	71,36	76,14	66,3
Cr ₂ O ₃	-	0,23	0,26	0,96	1,77
MnO	0,78	-	-	-	-
SiO ₂	0,89	0,31	0,32	0,67	0,24
Al ₂ O ₃	0,33	0,14	0,53	0,86	0,19

4. Kesimpulan

Inhibitor ekstrak daun jambu biji dan suhu perendaman sangat berpengaruh terhadap laju korosi yang dihasilkan yaitu semakin bertambahnya konsentrasi maka laju korosi semakin menurun dan semakin tinggi suhu perendaman maka laju korosi yang dihasilkan semakin meningkat.

Efisiensi tertinggi dari inhibitor ekstrak daun jambu biji dalam medium korosif HCl 3% terdapat pada sampel 80-8 dengan konsentrasi inhibitor sebesar 8% dan suhu perendaman 80 °C yaitu sebesar 84,07%. Dengan demikian, berdasarkan hasil analisis SEM, sampel 80-8 terdapat gumpalan hasil produk korosi yang terlihat lebih kecil dibandingkan sampel 80-0 pengulangan dan 100-0. Hal ini diperkuat dengan hasil EDS dimana sampel memiliki kandungan FeO lebih rendah dibandingkan sampel 80-0 pengulangan dan sampel 100-0. Hasil analisis XRD memperlihatkan bahwa fasa yang terbentuk adalah Fe murni dengan bidang 110, 200 dan 211.

5. Daftar Pustaka

- ASTM, I. (2004). ASTM G31-72: Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. In *Annual Book of ASTM Standards* (Vol. 72, pp. 1–8).
- Bard, A. J., & Murray, R. W. (2012). Electrochemistry. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Vol. 109, Issue 29, pp. 11484–11486). <https://doi.org/10.1073/pnas.1209943109>
- Favre, M., & Landolt, D. (1993). The influence of gallic acid on the reduction of rust on painted steel surfaces. *Corrosion Science*, 34(9), 1481–1494. [https://doi.org/10.1016/0010-938X\(93\)90243-A](https://doi.org/10.1016/0010-938X(93)90243-A)
- Haryono, G., Sugiarto, B., & Farid, H. (2010). Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–6.
- Hcl, M. (2013). Pengaruh Suhu Terhadap Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M HCL dengan Adanya Inhibitor Kinina. *Sains Dan Seni Pomits*, 2(2), 2–4.
- Ilim, & Hermawan, B. (2008). Study Penggunaan Ekstrak Buah Lada, Buah Pinang dan Daun Teh sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak dalam Air Laut Buatan yang Jenuh Gas CO₂. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi II*.
- Iriany, Pandiangan, & Eka, &. (2017). Extraction of tanin from Acacia bark using microwave : impact of power of microwave, extraction time and solvent. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 6, No. 3, 6(3), 52–57.
- Mulyati, B., Si, S., & Si, M. (n.d.). *Tanin dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi*.
- Roberge, P. R. (1999). Handbook of Corrosion Engineering Library of Congress. In *Corrosion*.
- Sudiarti, T., Anriyani, N., & Supriadin, A. (2019). Potensi Ekstrak Kulit Buah Manggis Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon dalam Larutan NaCl 1% Jenuh Karbon Dioksida. *Al-Kimiya*, 5(2), 78–83. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3837>
- Trethewey, K. R and Chamberlain, J. (1991). Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasa. In *Jurnal Matematika Dan Sains*.
- Wahyuni, T., & Syamsudin, A. (2014). Pemanfaatan Tanin Ekstrak Daun Jambu Biji terhadap Laju Korosi Besi dalam Larutan NaCl 3% (w/v). *Jurnal Konversi*, 3(1), 45–52.