



JOURNAL OF ENERGY, MATERIAL, AND INSTRUMENTATION TECHNOLOGY

Journal Webpage <https://jemit.fmipa.unila.ac.id/>



Ekstrak Daun Sawo (*Manilkara Zapota* L) Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja Aisi 1018 dalam Medium Korosif NaCl 3%

Riski Wulan Sari^{(a)*}, Ediman Ginting Suka^(b) dan Pulung Karo Karo

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

Article Information

Article history:

Received November 22, 2021

Received in revised form December 7th, 2021

Accepted February 19th, 2022

Keywords: corrosion, AISI 1018, sapodilla leaf extract, corrosion rate, inhibitor

Abstract

This research aims to determine the effectiveness of sapodilla leaf extract (*Manilkara zapota* L) as inhibitor on AISI steel in corrosive medium NaCl 3%. Specifically, the purpose of this research is to know the effect of the addition of 0%, 2% and 4% inhibitor concentration of sapodilla leaf extract and 3 days, 6 days and 9 days to the corrosion rate. To find out the corrosion rate resulted by weight reduction method with an inhibitor efficiency value of 59,2%. 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.

Informasi Artikel

Proses artikel:

Diterima 22 November 2021

Diterima dan direvisi dari 7 Desember 2021

Accepted 19 Februari 2022

Kata kunci: Korosi, AISI 1018, Ekstrak daun sawo, Inhibitor

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) sebagai inhibitor pada baja AISI 1018 dalam medium korosif NaCl 3%. Secara spesifik tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun sawo 0%, 2% dan 4% serta variasi waktu perendaman 3 hari, 6 hari, dan 9 hari terhadap laju korosi. Untuk mengetahui laju korosi yang dihasilkan dilakukan metode pengurangan berat dengan nilai efisiensi inhibitor tertinggi sebesar 59,2%. 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.

1. Pendahuluan

Baja merupakan material yang paling banyak digunakan dalam bidang industri perkapalan karena memiliki sifat-sifat yang bervariasi. Baja dengan unsur paduan utama karbon dinamakan baja karbon. Baja jenis ini dibedakan menjadi tiga yaitu: baja karbon rendah, baja karbon medium dan baja karbon tinggi. Baja karbon rendah lebih banyak digunakan untuk konstruksi mesin dibandingkan kedua jenis baja karbon lainnya. Disamping harganya lebih murah, baja ini mudah didapatkan dan mudah dalam pembentukannya.

Baja AISI 1018 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah, dimana unsur persentase karbonnya 0,18 wt%, serta kandungan unsur-unsur lainnya yaitu: Cr 0,03 wt%, Mn 0,87 wt%, Si 0,34 wt%, P 0,06 wt%, dan S 0,06 wt% (Anonim, 2019). Sifat yang dimiliki baja karbon ini ialah kekerasannya relatif rendah, lunak, keuletannya tinggi, serta mudah dalam pembentukannya (Amstead, 1993).

Korosi mengakibatkan penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Berdasarkan pada teori kimia, korosi terjadi akibat adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara material dengan lingkungannya (Mohammad, 2009). Proses korosi diartikan sebagai fenomena alam yang tidak dapat dihentikan, namun dapat dicegah dengan banyak cara salah satunya dengan penambahan inhibitor.

* Corresponding author.

E-mail address: ^(a)riskywulansari44@gmail.com, ^(b)ediman.ginting@fmipa.unila.ac.id,

Inhibitor korosi merupakan suatu senyawa kimia yang sengaja dimasukkan ke dalam media korosif, dapat berasal dari senyawa anorganik, organik atau campurannya. Inhibitor anorganik diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Sedangkan inhibitor organik berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin mempunyai aktivitas antioksidan menghambat pertumbuhan tumor selain itu kegunaan lain dibidang industri perkapalan sebagai anti korosi .

Pemanfaatan tumbuhan sebagai inhibitor korosi (anti karat) merupakan suatu alternatif yang perlu dikaji terus menerus karena bahan alam biasanya lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan senyawa kimia yang diproduksi sendiri (Surya, 2004; Raja, 2007). Salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai inhibitor korosi adalah daun sawo. Daun sawo (*Manilkara zapota* L) sebagai bahan alam yang banyak tumbuh di wilayah tropis termasuk Indonesia. Ekstrak daun sawo mengandung tanin, flavonoid, dan saponin. Haslim, dkk telah melaporkan sebelumnya bahwa ekstrak daun sawo dapat berperan sebagai inhibitor korosi pada baja API-5L dalam air limbah hasil pengeboran minyak bumi (air formasi).

Pada penelitian ini digunakan baja AISI 1018 yang direndam dalam medium korosif NaCl 3% pada konsentrasi inhibitor 0%, 2% dan 4% menggunakan waktu perendaman selama 3 hari, 6 hari, dan 9 hari dengan pengulangan sebanyak tiga kali tiap sampel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun sawo dan waktu perendaman terhadap laju korosi pada baja AISI 1018 dalam medium korosif NaCl 3% dan mengetahui efisiensi inhibisi dari ekstrak daun sawo pada baja AISI 1018. Sampel baja hasil korosi akan dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk melihat struktur mikro, *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) untuk melihat produk-produk korosi yang terjadi, dan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk melihat fasa pada baja. Serta menentukan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat.

2. Metodologi Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah gelas kimia, gelas ukur, labu takar, botol sampel, spatula, pipet tetes, corong, aluminium foil, jangka sorong, benang nilon, neraca digital, *rotary vacuum evaporator*, alat pemotong baja, kertas amplas 400 grid, 800 grid, 2000 grid, kertas saring, *blender*, XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilengkapi EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*), ekstrak daun sawo, baja AISI 1018, NaCl 3%, etanol 70%, aquades, dan aseton.

2.1 Pembuatan Larutan Inhibitor dengan Daun Sawo

Daun sawo sebanyak 4000 gram dikeringkan dalam suhu kamar selama 20 hari untuk menghilangkan kadar air. Daun sawo yang telah kering kemudian dihaluskan dengan *blender* untuk memudahkan dan memaksimalkan proses ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi yaitu daun sawo dimasukkan ke dalam botol yang berisi etanol 70 % selama 24 jam (Mukhrani, 2014). Hasil maserasi tersebut disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat. Filtrat dari hasil maserasi akan diuapkan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary vacuum evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 50 °C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

2.2 Preparasi Sampel Baja

Preparasi sampel baja dilakukan dengan memotong baja AISI 1018 dengan ukuran 5 mm × 5 mm × 5 mm sebanyak 27 buah. Setelah itu, permukaan baja dibersihkan dan dihaluskan menggunakan kertas amplas 400 grid, 800 grid dan 2000 grid untuk menghilangkan kotoran dan bekas goresan pada saat pemotongan. Kemudian baja tersebut dimasukkan ke dalam aseton untuk membersihkan kotoran yang menempel pada baja. Baja ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui massa awal sebelum pengkorosian.

2.3 Pemberian Kode Sampel

Kode sampel yang digunakan untuk memudahkan penyajian dan analisis data ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode Sampel.

No	Kode Sampel	Keterangan
1.	AI1018-3-0-1	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 1
2.	AI1018-3-0-2	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 2
3.	AI1018-3-0-3	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 3
4.	AI1018-3-2-1	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 1
5.	AI1018-3-2-2	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 2
6.	AI1018-3-2-3	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 3
7.	AI1018-3-4-1	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 1
8.	AI1018-3-4-2	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 2
9.	AI1018-3-4-3	Waktu Perendaman 72 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 3
10.	AI1018-6-0-1	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 1
11.	AI1018-6-0-2	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 2
12.	AI1018-6-0-3	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 3

No	Kode Sampel	Keterangan
13.	AI1018-6-2-1	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 1
14.	AI1018-6-2-2	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 2
15.	AI1018-6-2-3	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 3
16.	AI1018-6-4-1	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 1
17.	AI1018-6-4-2	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 2
18.	AI1018-6-4-3	Waktu Perendaman 144 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 3
19.	AI1018-9-0-1	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 1
20.	AI1018-9-0-2	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 2
21.	AI1018-9-0-3	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 0% pengulangan 3
22.	AI1018-9-2-1	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 1
23.	AI1018-9-2-2	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 2
24.	AI1018-9-2-3	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 2% pengulangan 3
25.	AI1018-9-4-1	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 1
26.	AI1018-9-4-2	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 2
27.	AI1018-9-4-3	Waktu Perendaman 216 jam pada inhibitor ekstrak daun sawo 4% pengulangan 3

2.4 Pembuatan Larutan Medium Korosif NaCl 3%

Untuk mendapatkan larutan NaCl 3% dilakukan dengan pengenceran NaCl menggunakan penambahan aquades. Pengenceran dilakukan dengan cara memasukkan larutan NaCl 3 ml dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 97 ml ke dalam gelas kimia.

2.5 Pembuatan Larutan Medium Korosif NaCl 3%

Untuk mendapatkan larutan inhibitor konsentrasi 2% dilakukan dengan memasukkan larutan inhibitor ekstrak daun sawo 2 ml dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 98 ml ke gelas kimia.

2.6 Pengujian

Dalam tahap ini 27 sampel baja direndam inhibitor ekstrak daun sawo dengan konsentrasi 0%, 2% dan 4% dalam medium korosif NaCl 3% dengan waktu perendaman 72 jam, 144 jam, dan 216 jam. Setelah itu sampel yang telah direndam dalam medium korosif dengan inhibitor lalu dibiarkan kering. Selanjutnya ditimbang untuk mengetahui massa akhir sampel. Kemudian dilakukan perhitungan laju korosi dengan menggunakan metode kehilangan berat.

2.7 Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibitor dapat dilakukan dengan menggunakan metode kehilangan berat ditunjukkan pada Persamaan 1 dan 2.

$$CR = \frac{KW}{AT\rho} \quad (1)$$

dengan, CR = Corrosion Rate (mm/tahun), K = Konstanta laju korosi (8,76), W = Selisih massa (mg), A = Luas permukaan (mm^2), T = Waktu perendaman (tahun), ρ = Massa jenis ($7,85 \text{ mg/mm}^3$).

$$\eta(\%) = \frac{(CR_{\text{uninhibited}} - CR_{\text{inhibited}})}{CR_{\text{uninhibited}}} \times 100 \% \quad (2)$$

dengan, η = Efisiensi inhibitor (%), $CR_{\text{uninhibited}}$ = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/tahun), $CR_{\text{inhibited}}$ = Laju korosi dengan inhibitor (mm/tahun)(Fontana, 1986).

2.8 Karakterisasi

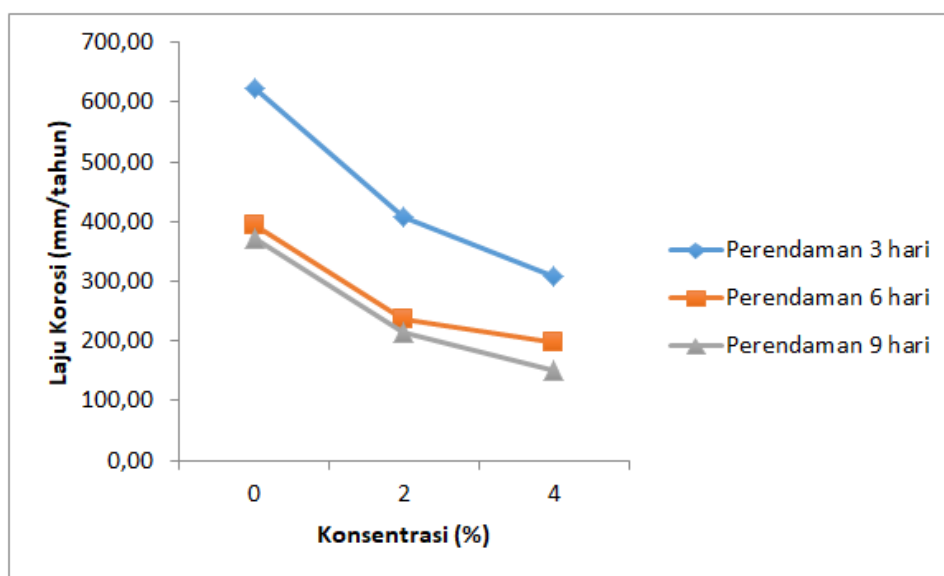
Pada tahap ini sampel yang telah direndam kemudian dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) untuk mengetahui struktur permukaan sampel dan melihat unsur-unsur kimia yang ada pada sampel, serta *X-Ray Diffraction* (XRD) yang bertujuan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada sampel.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini tentang pengaruh waktu perendaman pada ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) sebagai inhibitor terhadap laju korosi baja AISI 1018 dalam medium korosif NaCl 3% dengan ditambahkan inhibitor ekstrak daun sawo pada konsentrasi 0%, 2% dan 4% dengan waktu perendaman 3 hari, 6 hari dan 9 hari.

3.1 Perhitungan Laju Korosi

Sampel akan diukur \bar{p} , \bar{l} , dan \bar{t} serta menimbang massa sampel sebelum dan sesudah perendaman untuk melakukan perhitungan laju korosi pada metode penelitian. Berikut hubungan antara konsentrasi inhibitor ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) dan waktu perendaman terhadap laju korosi baja AISI 1018 dalam medium korosif NaCl 3% ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman terhadap medium korosif NaCl 3%.

Gambar 1 menunjukkan hasil perhitungan laju korosi dengan variasi konsentrasi dan variasi waktu perendaman. Terlihat bahwa terjadi penurunan dengan penambahan konsentrasi inhibitor, dikarenakan adanya *tannin* yang dapat membentuk senyawa kompleks Fe-tanat dengan permukaan besi. Tanin telah teradsorpsi pada permukaan besi, adsorpsi ini akan menjadi semacam pembatas yang memisahkan permukaan besi dari medium korosif (Ali dkk, 2014). Semakin lama waktu perendaman dalam ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) maka laju korosi semakin menurun karena lapisan tipis dari senyawa tanin yang terbentuk semakin banyak sehingga menghalangi H_2O atau O_2 masuk ke permukaan sampel yang mengakibatkan laju korosi semakin lama semakin menurun (Aisha, 2014). Hubungan antara konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman terhadap efisiensi inhibitor ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) ditunjukkan pada Tabel 2.

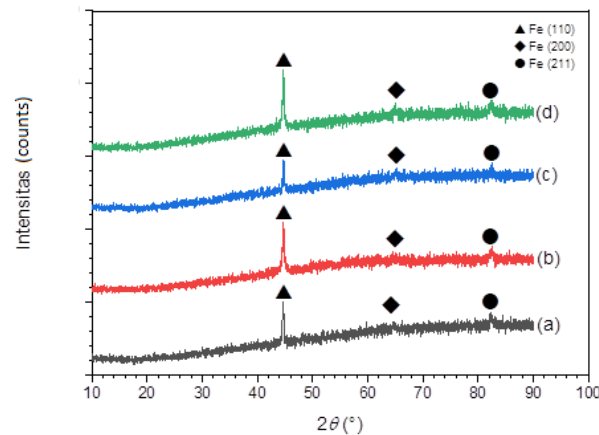
Tabel 2. Hubungan konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibitor ekstrak daun sawo dalam medium korosif NaCl 3%.

Kode Sampel	Efisiensi Inhibitor (%)
AI1018-3-2	34,84 ± 0,034
AI1018-3-4	50,64 ± 0,026
AI1018-6-2	39,96 ± 0,064
AI1018-6-4	49,61 ± 0,06
AI1018-9-2	42,74 ± 0,08
AI1018-9-4	59,2 ± 0,06

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemberian inhibitor berperan dalam mengurangi laju korosi dan dapat meningkatkan nilai inhibisi. Kemampuan untuk menginhibisi dapat dilihat dari efisiensi suatu ekstrak, sedangkan nilai efisiensi bergantung pada konsentrasi inhibitor yang digunakan.

3.2 Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui fasa yang terbentuk dalam sampel yang diuji. Hasil difraktogram analisis XRD ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram analisis XRD: (a) sampel 3-4, (b) sampel 6-4, (c) sampel 9-0, (d) sampel 9-4.

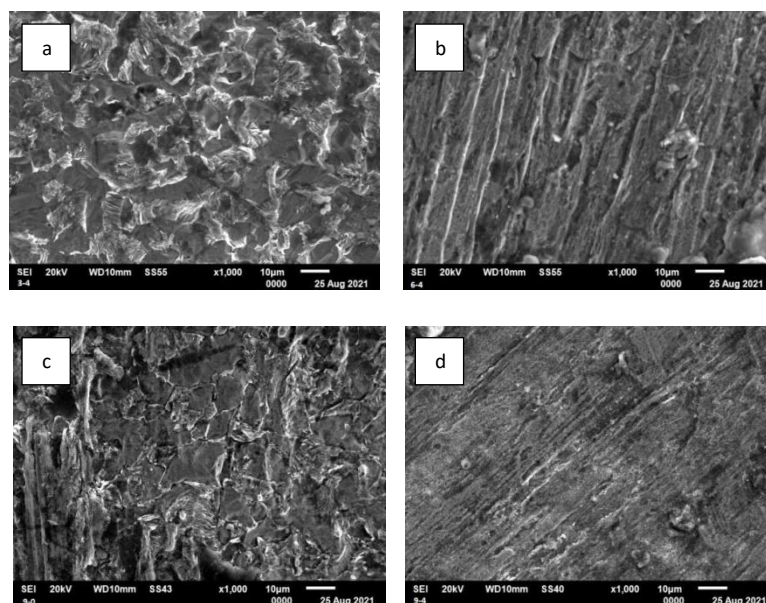
Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat puncak-puncak tajam yang menunjukkan bahwa terdapat fasa Kristal. Intensitas yang tinggi menunjukkan presentase unsur Fe juga tinggi. Karena beda intensitasnya, maka semakin tinggi puncaknya maka nilai kristalinitasnya juga semakin besar (Ahvenainen, 2016). Pada sampel 3-4, sampel 6-4 dan sampel 9-4 dapat dilihat bahwa tingkat ketinggian intensitas fasa Fe masing-masing sampel berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan terhadap baja berhasil.

Kemudian, pada sampel 9-4 terlihat bahwa intensitas puncak yang terbentuk lebih tinggi dibandingkan dengan sampel 9-0. Selain itu, pada masing-masing sampel terdapat tiga puncak. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Fe pada sampel tanpa inhibitor berkurang dan inhibitor yang digunakan bekerja dan inhibitor puncak-puncak difraksi menjadi berkurang akibat penambahan inhibitor (Priyotomo, 2013).

Bidang (110) pada sampel mempunyai persentase keterisian atom besi paling besar yang memiliki kecenderungan terkecil tersisipi atom karbon, dimana atom karbon ini akan memberikan perlindungan terhadap pelepasan atom besi (Setiawan *et al.*, 2014). Namun, pada difraktogram menunjukkan bahwa pada bidang (110) paling terlindungi dibandingkan bidang lainnya. Bidang (110) merupakan ciri khas besi atau Fe dengan menunjukkan indeks miller (110). Pada karakterisasi XRD ini pengaruhnya Fe setelah dilakukan perendaman yaitu untuk melihat kandungan Fe apakah puncak nya lebih besar setelah ditambahkan atau dikurangi inhibitor.

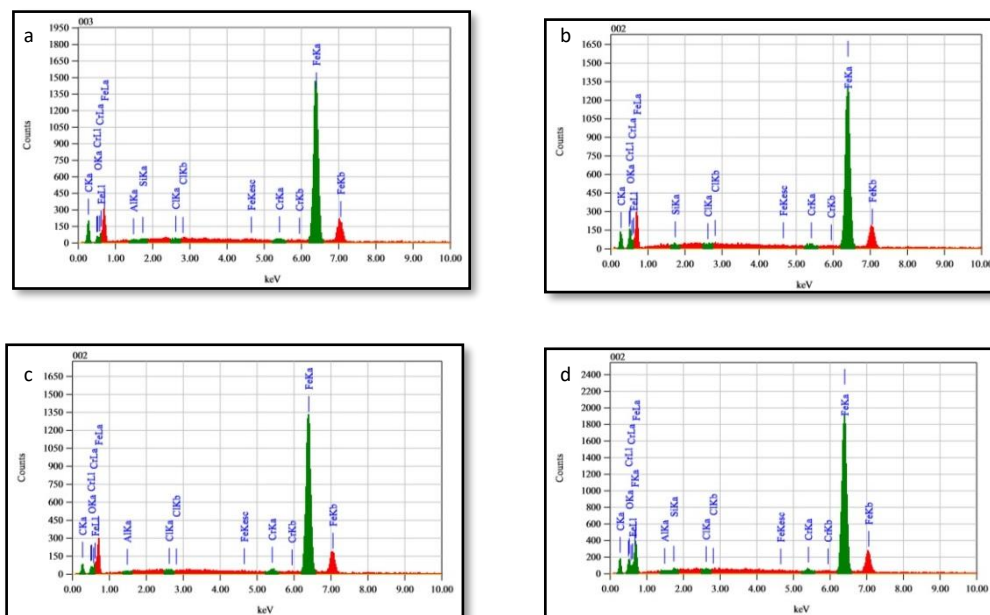
3.3 Analisis SEM dan EDS

Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilengkapi *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan unsur yang terbentuk dari produk korosi.



Gambar 3. Hasil analisis SEM dengan perbesaran 1000x: (a) sampel 3-4, (b) sampel 6-4, (c) sampel 9-0, (d) sampel 9-4.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa **Gambar 3. (a)** terdapat lubang-lubang hitam di beberapa permukaan namun tidak terlalu dalam dibandingkan Gambar 3. (c), sedangkan pada **Gambar 3. (b)** terdapat goresan dan sedikit lubang hitam di beberapa bagian permukaan. **Gambar 3. (c)** terjadi korosi dimana terdapat gumpalan serta lubang-lubang hitam yang lebih dalam. Hal ini berbanding lurus dengan hasil perhitungan laju korosi yang menyatakan bahwa sampel 9-0 memiliki laju korosi paling tinggi yaitu sebesar 301,2 mm/tahun serta puncak fasa yang terbentuk lebih rendah dibandingkan dengan sampel lain. Sedangkan pada **Gambar 3. (d)** terjadi korosi, namun hanya berbentuk goresan dan sedikit gumpalan yang terlihat lebih kecil. Hasil SEM sampel 9-4 ini memperkuat hasil perhitungan efisiensi inhibitor dimana pada sampel 9-4 yang memiliki efisiensi tertinggi. Hasil analisis EDS ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 3.



Gambar 4. Hasil analisis EDS: (a) sampel 3-4, (b) sampel 6-4, (c) sampel 9-0, (d) sampel 9-4.

Tabel 3. Hasil analisis EDS.

Unsur/Senyawa	Persentase(%)			
	AI-3-4	AI-6-4	AI-9-0	AI-9-4
Fe	51,43	52,43	44,4	63,00
O	9,50	6,19	13,3	3,81
C	27,82	34,68	41,8	32,10
Cr	0,73	0,33	0,25	0,42
Cl	0,12	0,05	0,11	0,11
Si	0,21	0,32	0,11	0,45
Al	0,14	0,08	0,03	0,11

Berdasarkan hasil analisis EDS, kadar Fe yang menunjukkan angka lebih kecil dalam sampel diartikan bahwa telah terjadi korosi pada logam ini. Semakin lama baja direndam dalam medium korosif maka semakin berkurang kadar Fe dalam sampel. Hal ini berbanding lurus dengan perhitungan laju korosi, semakin besar laju korsi pada sampel maka semakin berkurang kadar Fe akibat terkorosi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, inhibitor ekstrak daun sawo (*Manilkara zapota* L) dan waktu perendaman sangat berpengaruh terhadap laju korosi yang dihasilkan yaitu semakin bertambahnya konsentrasi inhibitor serta semakin lama waktu perendaman maka laju korosi semakin menurun. Efisiensi tertinggi dari inhibitor ekstrak daun sawo dalam medium korosif NaCl 3% terdapat pada sampel AI-9-4 yaitu sebesar 59,2%. Hasil Karakterisasi XRD memperlihatkan bahwa inhibitor ekstrak daun sawo pada sampel AI-9-4 memiliki intensitas tinggi dengan massa akhir sebesar 43,00 mg. Selain itu hasil SEM pada sampel AI-9-4 bahwa produk korosi terbentuk lebih sedikit, dengan hasil EDS yaitu persentase Fe lebih besar dibandingkan dengan sampel AI-9-0.

5. Daftar Pustaka

- Aisha, F. 2014. Ekstrak Daun Sawo (*Manilkara zapota* L) sebagai Inhibitor Korosi Baja St 37 dalam Medium Asam Klorida. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol. X. No. X. pp. 4-8.
- Ahvenainen, P. 2016. Comparison of sample crystallinity determination methods by X-ray diffraction for challenging cellulose I materials Comparison of sample crystallinity determination methods by X-ray diffraction for challenging cellulose I materials. *Journal University of Helsinki Institutional Repository*. Vol 23. No 2. pp 1073–1086.
- 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*. Vol. 2. No. 1. pp. 28-37.
- Amstead, B.H. 1993. *Teknologi Mekanik*. Erlangga. Jakarta.
- Anonim, 2019. *AISI 1018*. <http://metal.beyond-steel.com/tag/spesifikasi-aisi-1018/>. Diakses pada tanggal 25 Januari 2019. Pukul 16.00 WIB.
- Fontana, Mars. 1986. *Corrosion Engineerig 3rd Edition*. McGraw-Hill Book Company. Singapore.
- Mohammad. 2009. Pengaruh Pengkarbonan dengan Media Limbah Kayu Mahoni terhadap Sifat Leleh Spesimen Baja Karbon Rendah. *Jurnal Poros*. Vol 5. Hal 2.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. Vol. VII. No. 2.
- Priyotomo. 2013. *Free e-book Edisi Mahasiswa*. Vol 1. No 1. pp 3-8.
- Raja, P. B. 2007. Natural Product as Corrosion Inhibitor for Metals Corrosion Media-A Review. *Materials letters*. pp. 113-116.
- Setiawan, I., M. S. Nur. 2014. Meningkatkan Mutu Baja Sup 9 Pada Pegas Daun Dengan Proses Perlakuan Panas. *Fisika Terapan*. Vol 9. No 3. pp 36–44.
- Surya, I. D. 2004. Kimia dari Inhibitor Korosi. *Jurnal Repository Sumatera Utara*. pp. 1-7.