



Pengaruh Penambahan Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Talas Terhadap Laju Korosi Pada Baja API 5L X-52 Dengan Media Korosif H_2SO_4 0,5 M

Gadang Priyotomo^{a,1}, Herdy Sumada Sitepu^{b,2}, Yanyan Dwiyantri^{c,3}

^aJurusan Teknik Metalurgi, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jendral Sudirman Km 3, Kotabumi Kec. Purwakarta, Kota Cilegon, Banten, 42435, Indonesia

¹E-mail:

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada Januari 2021

Direvisi pada Februari 2021

Disetujui pada April 2021

Kata kunci:

API 5L X-52, inhibitor organik, media korosif H_2SO_4 , daun talas.

Keywords:

API 5L X-52, an organic inhibitor, corrosive media H_2SO_4 , taro leaves.

ABSTRAK

Inhibitor merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan laju korosi. Pada umumnya bahan yang digunakan sebagai inhibitor adalah bahan kimia yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, berbagai penelitian dilakukan untuk mendapatkan inhibitor dari bahan alam yang mengandung antioksidan tinggi. Salah satu tumbuhan tersebut adalah daun talas. Dalam penelitian ini digunakan baja karbon API 5L X-52, dengan media korosif H_2SO_4 0,5 M dan variasi konsentrasi dari ekstrak daun talas 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 5000 ppm, dan 10000 ppm. Daun talas diekstrak dengan menggunakan metode maserasi. Efektivitas penggunaan inhibitor organik daun talas dalam asam akan diketahui melalui Uji Imersi (*Weight Loss*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat dengan peningkatan konsentrasi inhibitor, yang berarti semakin menurunnya laju korosi. Efisiensi inhibisi optimum diperoleh pada konsentrasi inhibitor 10000 ppm yaitu 79,53% dengan laju korosi 1,62218 mm/tahun.

ABSTRACT

The inhibitor is one alternative to control the rate of corrosion. In general, materials used as inhibitors are chemicals that are not environmentally friendly. Therefore, various studies conducted to obtain inhibitors from natural materials that contain high antioxidants. One of these plants is a taro leaf. This study used carbon steel API 5L X-52, with corrosive media H_2SO_4 0,5 M and varying concentrations of the extracts of leaves of taro 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 5000 ppm and 10.000 ppm. Taro leaves extracted using maceration method. The effectiveness of the use of organic inhibitors taro leaves in acid will be known through Immersion Test (*Weight Loss*). The results showed that the inhibition efficiency increased with increasing concentration of inhibitor, which means that the reduction in the rate of corrosion. The optimum inhibition efficiency was obtained at a concentration of 10.000 ppm inhibitor that is 79,53% with the corrosion rate of 1,62218 mm / year.

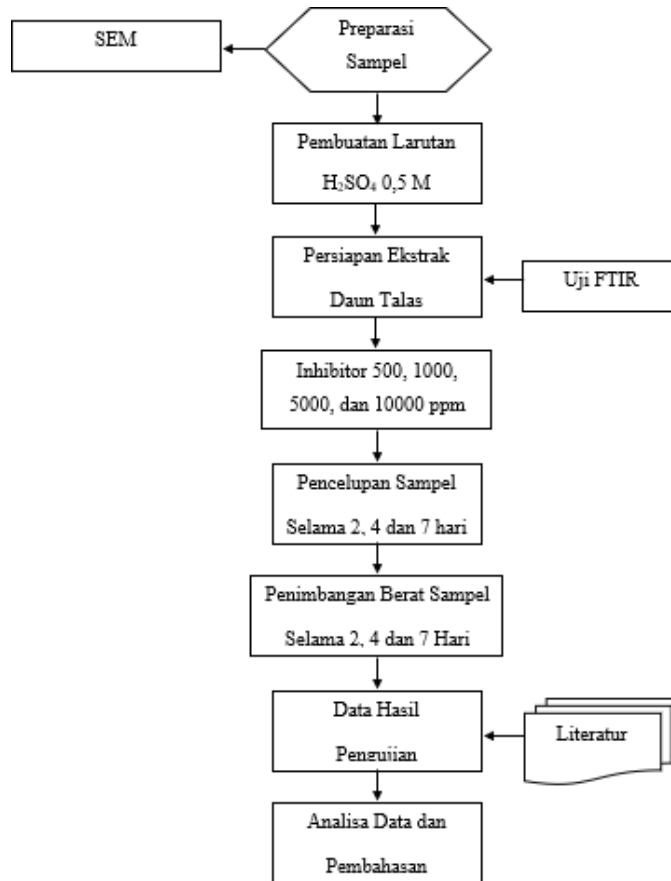
1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya zaman maka semakin berkembang juga perindustrian di dunia. Salah satu masalah penting yang dihadapi oleh kelompok industri adalah korosi logam. Korosi adalah degradasi dari material yang diakibatkan oleh reaksi kimia dengan material lainnya dan lingkungan. Dalam dunia industri baja karbon merupakan jenis material yang mudah mengalami korosi dalam lingkungan larutan asam ketika proses pembersihan asam (*acid cleaning*), transportasi larutan asam, penyimpanan larutan asam atau senyawa kimia, de-scaling dan proses *pickling*. Media asam semisal H_2SO_4 (*hydrochloric acid*) banyak dimanfaatkan pada aplikasi *pickling*, *chemical cleaning*, *oil well acidification* dan proses pada *petrochemical*. Untuk melindungi permukaan logam yang dibersihkan dari *acid corrosion*, inhibitor ditambahkan kedalam larutan asam yang digunakan dalam *chemical cleaning*. Inhibitor merupakan metoda yang mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan, dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas. Saat ini mulai banyak penelitian yang mengarah ke penemuan sumber baru sebagai inhibitor korosi terutama dari bahan alami. Daun talas, seperti kebanyakan tanaman daun, memiliki kadar protein tinggi. Protein berada dalam histidine, lisin, isoleusin, triptofan, dan metionin, dan kaya akan asam amino esensial lainnya. Polifenol juga memiliki cincin aromatik yang berikatan dengan gugus hidroksil. Sehingga daun talas mampu menjadi inhibitor korosi. Pada penelitian kali ini akan melihat pengaruh ekstrak daun talas sebagai inhibitor pada lingkungan korosif H_2SO_4 dengan menggunakan metode *immerse* dengan variabel waktu perendaman

2, 4, dan 7 hari, dan dengan penambahan konsentrasi larutan inhibitor 500 ppm, 1000 ppm, 5000 ppm, dan 10000 ppm serta pengaruh ekstrak daun talas sebagai inhibitor dapat menghambat laju korosi pada baja API 5L X-52 dalam larutan H_2SO_4 . Agar dapat mengetahui efisiensi ekstrak daun talas sebagai *corrosion inhibitor* dan mengetahui laju korosi pada baja API 5L X-52 dalam larutan H_2SO_4 .

2. Metode Penelitian

Secara skematik, penelitian ini digambarkan dalam bentuk diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Menunjukkan hasil pengujian komposisi Baja API 5L X-52 yang dilakukan dengan menggunakan pengujian *spectroscopy* dapat dilihat berikut:

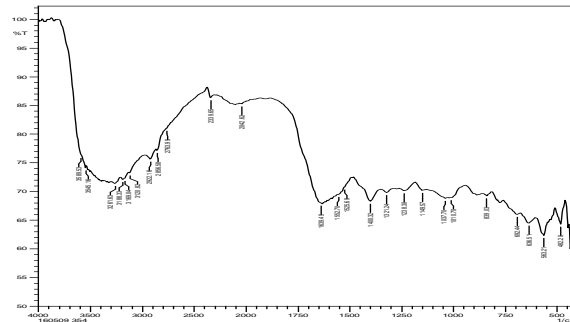
Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Baja Api 5L X-52

Kandungan Unsur Kimia	Kadar (%)
Fe	99,3276
C	0,08216
Si	0,18740
S	0,0065
P	0,0092
Mn	0,35441
Ni	0,01097
Cr	0,01815
Mo	-0,00138
V	0,00012
Cu	0,00534
W	-0,00026
Ti	0,00114
Sn	0,00076
Al	0,00232
Pb	-0,00125
Nb	0,00038
Zr	-0,00098
Zn	-0,00256

Dari hasil uji *spektroskopi* pada elektroda kerja, komposisi kimia utamanya adalah Karbon = 0,08216%, Mangan = 0,35441%, Silikon = 0,18740%, Aluminium = 0,00232%. Dari hasil diatas dan merujuk kepada referensi-referensi mengenai klasifikasi baja, benda kerja yang diuji dapat dikatakan sebagai baja karbon rendah. Unsur- unsur seperti Pospor dan Sulfur kandungannya sangat kecil dan umum terdapat pada logam baja. Unsur paduan Cu, Cr, dan Ni dapat meningkatkan ketahanan korosi dari baja. Unsur krom sangat mempengaruhi ketahanan baja terhadap korosi, dengan konsentrasi 12-14% yang merupakan konsentrasi optimum dari krom. Semakin banyak kandungan krom pada baja, maka ketahanan korosinya akan semakin meningkat. Begitu juga dengan Cu, kandungan Cu dapat menurunkan laju korosi baja dengan konsentrasi optimum sebesar 0,3%. Selain kedua unsur tersebut Ni juga berpengaruh terhadap laju korosi. Kandungan Ni sebesar kurang dari 0,01097% pada sampel tidak terlalu berpengaruh pada ketahanan korosi baja, apabila konsentrasi Ni sebesar 1-5%, maka sangat berpengaruh terhadap penurunan laju korosi. Kelemahan baja karbon adalah ketahanan korosinya yang rendah. Serangan korosi pada baja karbon sangat rentan pada lingkungan asam seperti H_2SO_4 .^[9]

3.1. Hasil Pengujian FTIR

Melalui analisa FTIR, dapat diketahui jenis-jenis ikatan yang terdapat pada suatu senyawa organik. Ekstrak daun talas mengandung senyawa organik yang terserap pada permukaan logam dan membentuk lapisan yang dapat menghambat laju korosi, oleh karena itu analisa FTIR juga berguna untuk memperkirakan adanya ekstrak yang terserap atau tidak pada permukaan logam. Daun talas mengandung polifenol dan asam amino, dimana asam amino memiliki cincin alifatik atau aromatik yang berikatan dengan grup *amine* dan asam karboksilik. Gugus ini dibuktikan dari pengujian FTIR pada bilangan gelombang $692,44\text{ cm}^{-1}$ - $839,93\text{ cm}^{-1}$. Selain asam amino, daun talas juga mengandung gugus fungsi fenol OH.



Gambar 2. Hasil Uji FTIR.

Sebagian besar senyawa organik bahan alam adalah senyawa-senyawa aromatik. Senyawa ini mengandung cincin karboaromatik yang hanya terdiri dari atom karbon. Cincin karboaromatik ini biasanya tersubstitusi oleh satu atau lebih gugus hidroksil atau gugus lainnya sehingga sering disebut senyawa-senyawa fenol, gugus ini dibuktikan bilangan gelombang $3545,16\text{ cm}^{-1}$ - $3589,53\text{ cm}^{-1}$.

3.2. Hasil Pengujian Imerisi

Untuk mempelajari pengaruh konsentrasi ekstrak daun talas, variabel lain dibuat konstan yakni suhu ruang, waktu perendaman 2 hari, 4 hari, dan 7 hari serta konsentrasi media asam 0,5 M. Hasil pengujian pengaruh konsentrasi ekstrak daun talas terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi per tahun baja API 5L X-52 dalam media H_2SO_4 ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Imerisi 2 Hari

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Luas Baja (cm^2)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	EI (%)	Surface Coverage (θ)	Laju Korosi (mm/tahun)
0	0,00268	11,358	10,446	-	0	7,91429
500	0,00268	7,127	6,979	48,73%	0.487395584	4,05690
1000	0,00268	10,451	9,865	35,52%	0.35586515	5,09787
5000	0,00268	11,731	11,353	58,56%	0.585678564	3,27906
10000	0,00268	9,824	9,637	79,49%	0.795031519	1,62218

Tabel 3. Hasil Pengujian Imerisi 4 Hari

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Luas Baja (cm^2)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	EI (%)	Surface Coverage (θ)	Laju Korosi (mm/tahun)
0	0,00268	10,445	7,706	-	0	23,77178
500	0,00268	6,409	5,149	54,01%	0.540323442	10,92733
1000	0,00268	9,863	8,492	49,85%	0.499574285	11,92782
5000	0,00268	11,355	10,017	51,16%	0.503101997	11,81215
10000	0,00268	9,636	9,017	77,33%	0.771439076	5,43330

Tabel 4. Hasil Pengujian Imerisi 7 Hari

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Luas Baja (cm^2)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	EI (%)	Surface Coverage (θ)	Laju Korosi (mm/tahun)
0	0,00268	7,705	4,683	-	0	26,21518
500	0,00268	5,150	2,975	28,06%	0.280278068	18,86764
1000	0,00268	8,490	6,491	33,88%	0.338848713	17,33220
5000	0,00268	10,014	8,027	33,90%	0.34006175	17,30040
10000	0,00268	9,016	7,667	55,59%	0.55691626	11,61552

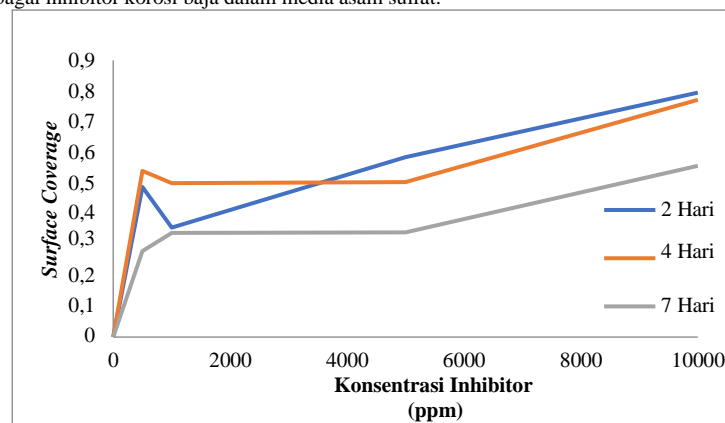
Berdasarkan tabel di atas, semakin besar konsentrasi inhibitor yang ditambahkan, efisiensi inhibisi semakin besar dan laju korosi baja API 5L X-52 semakin menurun. Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi ekstrak daun talas dan mengakibatkan frekuensi interaksi antara sisi aktif dari molekul dengan permukaan baja semakin banyak. Oleh karena itu semakin besar area permukaan baja yang tertutupi dan menghalangi serangan larutan korosif. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi optimum pada konsentrasi inhibitor 10000 ppm sebesar 79,53%.

3.2.1. Pengamatan Visual Dengan Penambahan dan Tanpa Penambahan Inhibitor

Saat dilakukan pengujian, penambahan volume sebesar 0.5 ml, 1 ml, 5 ml, dan 10 ml ke dalam larutan H_2SO_4 dalam pengujian laju korosi, terjadi perubahan warna lingkungan menjadi hitam pada larutan. Larutan dengan penambahan volume inhibitor yang lebih banyak menghasilkan warna hitam yang lebih pekat. Pada larutan yang tidak diberi inhibitor, warna larutan yang semula berwarna agak bening berubah menjadi agak oranye, warna oranye tersebut akan berubah menjadi lebih pekat hingga kecoklatan pada waktu celup yang lebih lama. Warna yang dihasilkan disebabkan oleh adanya produk korosi yang terbentuk selama proses perendaman. Perendaman baja menggunakan inhibitor menghasilkan warna yang lebih pekat pada konsentrasi inhibitor tertinggi. Hal ini sesuai dengan sifat fisik tanin yaitu berwarna kekuningan sampai coklat terang dan akan menjadi lebih gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka. Pada sampel plat baja yang telah direndam dalam media asam sulfat tanpa dan dengan penambahan larutan inhibitor ekstrak daun talas, tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Permukaan plat baja dengan atau tanpa penambahan inhibitor sama-sama membentuk lapisan berwarna kehitaman. Lapisan yang terbentuk lebih pekat pada plat baja yang direndam dalam media asam sulfat dengan penambahan inhibitor. Namun lapisan yang terbentuk pada plat baja dalam media asam sulfat tanpa penambahan inhibitor lebih mudah lepas apabila digosok dengan tangan. Ketika dilakukan proses pembersihan lapisan pada plat baja dalam media asam sulfat dengan penambahan inhibitor, lapisan tersebut sukar dibersihkan.

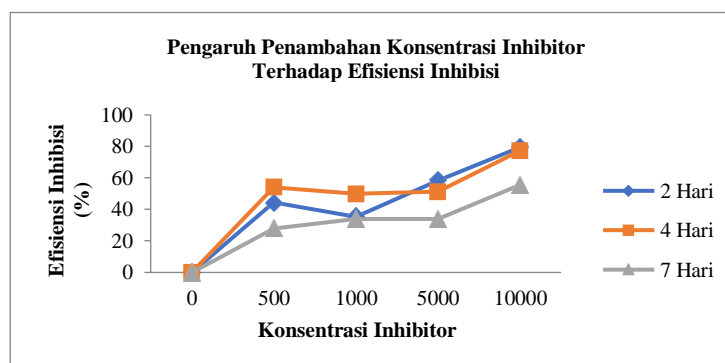
3.2.2. Pengaruh Waktu Uji Perendaman Terhadap Efisiensi Inhibisi

Berdasarkan grafik efisiensi inhibisi pada Gambar 3. dapat terlihat adanya peningkatan efisiensi inhibitor. Dalam hal ini peningkatan efisiensi inhibisi disebabkan oleh adanya peningkatan *surface coverage* dari molekul inhibitor yang teradsorpsi di permukaan baja karbon rendah seiring peningkatan konsentrasi inhibitor.^[5] *Surface coverage* adalah jumlah molekul adsorpsi yang terdapat di permukaan logam setelah ditambahkan inhibitor. Dari seluruh perendaman sampel uji selama 7 hari menunjukkan nilai efisiensi yang paling tinggi yaitu sebesar 79,53%. Nilai efisiensi inhibisi yang semakin meningkat dengan penambahan konsentrasi ekstrak daun talas menunjukkan bahwa komponen inhibitor yang teradsorpsi dipermukaan sampel baja karbon akan menghalangi atau menutup bagian aktif yang seharusnya terkorosi oleh larutan H_2SO_4 .^[12] Peningkatan persen efisiensi inhibisi ini menunjukkan bahwa senyawa tanin memiliki potensi sebagai inhibitor korosi baja dalam media asam sulfat.



Gambar 3. Grafik Sourface Coverage Terhadap Waktu.

Sifat dan perilaku stabilitas inhibitor dari ekstrak daun talas seiring berjalannya waktu dapat diketahui dari plot grafik efisiensi inhibisi terhadap konsentrasi ekstrak seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Secara umum semakin lama waktu perendaman maka efisiensi inhibisi semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa seiring waktu, proses adsorpsi semakin kuat terbentuk dari unsur terkandung dalam ekstrak daun talas pada permukaan sampel baja karbon sehingga menghasilkan lapisan pelindung yang lebih sempurna pada antar muka permukaan logam dengan larutan H_2SO_4 . Peningkatan ini akan berhenti disuatu titik ketika inhibitor ini sudah berubah menjadi fungsi lain dan tidak dapat memproteksi.^[10] Berbeda pada konsentrasi 5000 dan 10000 ppm menunjukkan bahwa efisiensi inhibitor terus menurun seiring bertambahnya waktu perendaman. Hal tersebut disebabkan oleh semakin banyak konsentrasi inhibitor yang ditambahkan maka akan menyebabkan melemahnya interaksi logam dengan inhibitor sehingga mengakibatkan lapisan film protektif yang terbentuk di permukaan logam akan larut ke larutan dan merusak lapisan film itu sendiri.^[5]

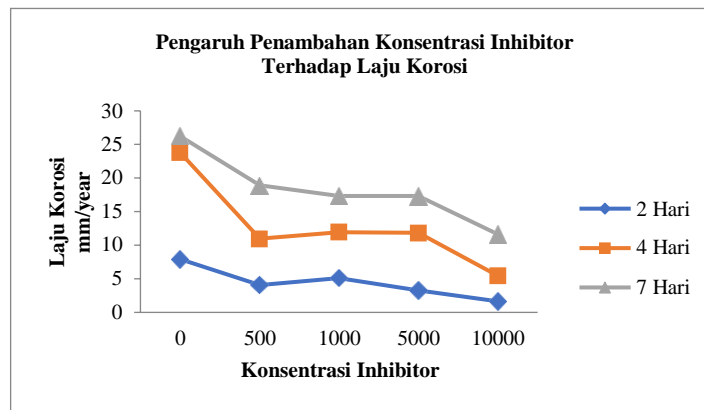


Gambar 4. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Inhibitor Terhadap Efisiensi Inhibisi.

Pada pengujian menggunakan metode perendaman terlihat adanya efek inhibisi yang terjadi, walaupun korosi masih terjadi, tetapi dengan kecenderungan yang menurun pada konsentrasi inhibitor yang meningkat. Hal ini terjadi pada permukaan logam yang sama sekali tidak menggunakan inhibitor dimana bentuk awal permukaan lebih rusak. Sehingga secara garis besar inhibisi masih dapat bekerja pada permukaan logam.^[10] Efek yang terjadi pada permukaan logam dimana kuantitas korosi cenderung menurun menandakan adanya inhibisi pada daun talas. Jadi semakin lama waktu kontak dengan larutan korosif dimana semakin tebal produk korosif yang tertutupi permukaan baja, maka efisiensi inhibisi menurun.^[10] Pada pengujian menggunakan metode perendaman, produk korosi yang menempel pada permukaan semakin banyak sehingga interaksi inhibitor pada permukaan semakin berkurang terutama pada kerja inhibitor untuk melakukan inhibisi. Dengan demikian maka terjadi penurunan efisiensi inhibitor pada uji rendam.

3.2.3. Pengaruh Waktu Uji Perendaman Terhadap Laju Korosi

Pengujian laju korosi terhadap penambahan konsentrasi inhibitor daun talas dalam larutan asam sulfat 0,5 M menggunakan metode perendaman menunjukkan hasil bahwa terjadi penurunan laju korosi dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor daun talas. Penurunan laju korosi ini menunjukkan bahwa senyawa daun talas dapat menginhibisi laju korosi pada baja API X-52 dalam larutan asam sulfat 0,5 M. Dari Gambar 5. terjadi kecenderungan penurunan laju korosi seiring bertambahnya waktu pencelupan. Dengan adanya penambahan inhibitor serta lamanya waktu perendaman akan menurunkan laju korosi sedikit demi sedikit. Hal tersebut dikarenakan mekanisme kerja inhibitor membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat melindungi logam dari serangan korosi.^[6]

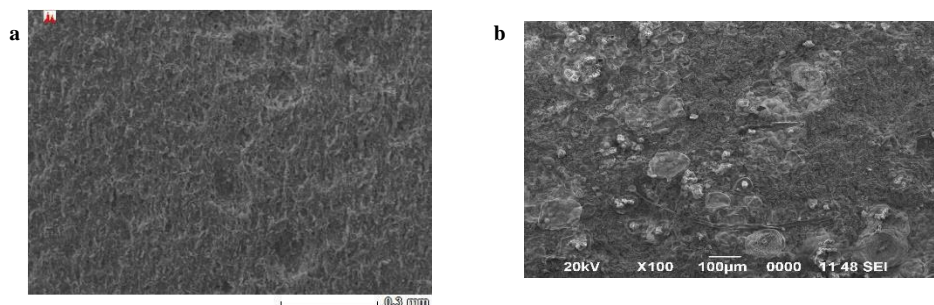


Gambar 5. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi.

Pengurangan laju korosi pada perendaman baja tanpa inhibitor jauh lebih besar dibandingkan pada baja yang menggunakan larutan inhibitor. Semakin besar konsentrasi larutan inhibitor yang ditambahkan dalam media asam sulfat, maka laju korosi semakin berkurang. Hal ini disebabkan molekul-molekul tanin yang teradsorpsi pada permukaan plat baja membentuk selaput pelindung pada permukaan plat baja tersebut. Gugus fungsi yang berperan dalam interaksi antar molekul-molekul tanin dan permukaan baja membentuk selaput pelindung adalah gugus hidroksil.^[7] Gugus hidroksil pada molekul tanin dapat membentuk ikatan *vander walls* dengan logam baja. Hal ini didukung oleh fakta bahwa semakin banyak tanin yang teradsorpsi, semakin besar daya inhibisinya, sehingga laju korosi semakin berkurang.

3.3. Analisa Menggunakan SEM

Gambar 6. memperlihatkan adanya perubahan pada morfologi permukaan yang semakin merata dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor dimana adsorpsi meningkat sehingga menutup permukaan. Pada Gambar 4.5 untuk spesimen yang direndam dalam larutan tanpa penambahan inhibitor produk-produk korosi yang menempel telah menyebar pada hampir semua sisi-sisi terutama pada bagian tengah sampel. Hal ini ditandai dengan permukaannya sudah tidak merata dan terdiri dari gumpalan (*cluster*) yang berwarna lebih cerah dan butiran-butiran kecil. Pengujian dengan EDX dilakukan untuk menentukan unsur-unsur yang terkandung dalam produk korosi. Hasil pengujian EDX menunjukkan kandungan besi dan oksigen yang cukup tinggi, dengan sedikit sulfur. Pada pemakaian inhibitor, kadar oksigen lebih rendah dibandingkan tanpa inhibitor, ini mengindikasikan tanpa inhibitor terjadi pembentukan oksida besi sebagai produk korosi dibandingkan dengan inhibitor.



Gambar 6. - (a) Foto SEM permukaan API 5L X-52 yang terkorosi dalam larutan asam sulfat 0,5 M menggunakan inhibitor; (b) Foto SEM permukaan API 5L X-52 yang terkorosi dalam larutan asam sulfat 0,5 M tanpa inhibitor.

4. Kesimpulan

1. Dari penelitian yang telah dilakukan dengan metode *immerse* diperoleh kesimpulan bahwa ekstrak daun talas dapat digunakan sebagai inhibitor pada lingkungan korosif H₂SO₄.
2. Efisiensi inhibisi baja API 5L X-52 dalam larutan asam sulfat 0,5 M meningkat dengan penambahan inhibitor daun talas sebesar 79,53% pada konsentrasi 10000 ppm.
3. Laju korosi mengalami penurunan dengan penambahan ekstrak daun talas. Penurunan optimum laju korosi terjadi pada penambahan 10000 ppm ekstrak daun talas sebesar 1,62218 mm/tahun.

Lampiran A. Contoh perhitungan

A.1. Contoh perhitungan pembuatan 10.000 ppm ekstrak daun talas

$$10.000 \text{ ppm ekstrak daun talas} = \frac{10 \text{ g ekstrak daun talas}}{1 \text{ l etanol}} \quad (1)$$

A.2. Contoh perhitungan pengenceran 10.000 ppm menjadi 5.000 ppm ekstrak daun talas

$$M \text{ 10000 ppm daun talas} \times V \text{ 10000 ppm daun talas} = M \text{ 5000 ppm} \times V \text{ 50 ml} \quad (2)$$

$$V \text{ 10000 ppm daun talas} = \frac{5000 \text{ ppm} \times 50 \text{ ml}}{10000 \text{ ppm}}$$

$$V \text{ 10000 ppm daun talas} = 25 \text{ ml}$$

A.3. Contoh perhitungan pengenceran efisiensi inhibitor

$$\text{Efisiensi Inhibisi Daun Talas 10000 ppm} = \frac{\text{Laju Korosi Blanko} - \text{Laju Korosi Setelah Penambahan Inhibitor}}{\text{Laju Korosi Blanko}} \times 100\% \quad (3)$$

$$= \frac{7,91429 \text{ mm/year} - 1,619292 \text{ mm/year}}{7,91429 \text{ mm/year}}$$

$$\text{Efisiensi Inhibisi Daun Talas} = 79,53\%$$

Lampiran B. Data hasil pengujian

B.1. Data hasil pengujian komposisi kimia Baja API 5L X-52 dengan Spectroscopy

Run	C2	Si1	S	P1	Mn3	Ni2	Cr1	Mo2	V1	Cu7	W	Ti4	Sn2	Al7	Fe6	
AVS	0.38216	0.18743	0.3055	0.0092	0.35441	0.31097	0.31815	-0.00138	0.00012	0.40534	-0.00026	0.00114	0.00076	0.00232	-0.00125	
Sd	0.30325	0.40327	0.4041	0.0401	0.40705	0.40006	0.40017	0.00006	0.00008	0.00012	0.00040	0.00008	0.00003	0.00074	0.00022	
Std	0.30755	0.14425	1.4936	0.9964	1.98915	0.56324	0.71902	-4.18066	64.85364	7.74139	-152.80598	5.40018	6.76961	32.61298	-17.98838	
Nb	Zr2	Zn5	FE1													
AVS	0.03038	-0.00098	-0.00756	99.3276												
Sd	0.00026	0.00010	0.00016	0.0091												
Std	57.29544	-18.02053	-6.43506	0.0091												

Gambar 7. Hasil Uji Spectroscopy Baja API 5L X-52.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmawan. Oki, "Studi *Green Corrosion Inhibitor* Ekstrak Daun Bayam Merah (*Amaranthus Gangeticus*) Pada Baja Karbon Rendah Dalam Larutan 1M HCl Dengan Metode Polarisation Dan EIS", Fakultas Teknik UI, 2012.
- [2] Ludiana. Yonna, Handani. Sri, "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW*", Jurusan Fisika Universitas Andalas, 2012.
- [3] Baboian. Robert, Tresseder. R.S., "*NACE Corrosion Engineer's Reference Book*, Third Edition", NACE INTERNATIONAL, 2002.
- [4] Nurul. Manggara Fajrin, Dhannia. Rahma, Sulistijono, "Pengaruh Penambahan Bio Inhibitor Sarang Semut (*Myrmecodia Pendans*) pada Baja Karbon API 5L Grade B Di Larutan Asam", Jurusan Metalurgi Dan Material ITS, 2012.

- [5] Indra. Rahmat Pramana, "Studi Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica Less*) Sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan Terhadap Baja Karbon Rendah Di Lingkungan 3,5% NaCl", Departemen Teknik Material Dan Metalurgi UI, 2012.
- [6] Rias. Dinar Adzhani, Sulistijono, "Pengaruh Agitasi Dan Penambahan Konsentrasi Inhibitor Sarang Semut (*Mycromedia Pendans*) Terhadap Laju Korosi Baja API 5L Grade B Di Media Larutan 1M HCl", Jurusan Teknik Material Dan Metalurgi ITS, 2007.
- [7] Sri. Rajani, Irianty. "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir Dengan Pelarut Etanol-Air Terhadap Laju Korosi Besi Pada Air Laut", Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, 2012.
- [8] Ali. Farida, Saputri. Desy, Nugroho. Raka Fajar, " 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, Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya, 2014.
- [9] Fadly. Enriko, "Studi Ekstrak Ubi Ungu Sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan Berbasis Antosianin Pada Baja Karbon Dalam Lingkungan H₂SO₄ Dengan Konsentrasi 0,5 M", Fakultas Teknik Departemen Teknik Metalurgi Dan Material Universitas Indonesia, 2011.
- [10] Fadli, "Studi Laju Korosi Baja API 5L GRB N Di dalam Larutan Asam Sulfat 1 M Dengan Penambahan Inhibitor Aniline-4-Sulfonate", Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Universitas Indonesia, 2011.
- [11] Gunaatmaja. Andhi, "Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu Sebagai Inhibitor Organik Di Lingkungan NaCl 3,5 %", Departemen Material Dan Metalurgi Universitas Indonesia, 2011.
- [12] Kayadoe. Victor, "Ekstrak Daun Pandan Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 Dalam Larutan H₂SO₄", Pendidikan Kimia Universitas Pattimura, 2015.