

PENGENDALIAN KOROSI PADA BAJA RENDAH KARBON (*MILD STEEL*) DENGAN INHIBITOR EKSTRAK TANIN DARI DAUN SIRSAK PADA MEDIA AIR LAUT DAN UDARA

Yogik Fahrizal

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : yogikfarizal@mhs.unesa.ac.id

Dwi Heru Sutjahjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail : dwiheru@unesa.ac.id

Abstrak

Korosi merupakan masalah umum yang membawa kerugian bagi alat transportasi, konstruksi, industri dan pengguna material baja lainnya karena mengakibatkan tingginya biaya perawatan dan kecelakaan akibat kegagalan material. Oleh karena itu pengendalian korosi yang efektif, murah dan ramah lingkungan diperlukan. Penelitian merujuk pada penggunaan inhibitor ekstrak tanin dari daun sirsak. Daun sirsak memiliki kandungan tanin yang cukup tinggi dan keberadaannya yang melimpah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas dan efisiensinya dalam mengendalikan korosi, khususnya pada baja rendah karbon (*mild steel*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pengujian dilakukan dalam dua media pengkorosi, yaitu air laut dan udara. Obyek penelitian ini adalah plat baja rendah karbon (*mild steel*) berdimensi 30mm x 20mm x 8mm dengan variasi larutan tanin-aquabides yaitu 0%, 10%, 20%, dan 40%, serta lama pengujian yaitu 24 jam, 72 jam, 144 jam dan 216 jam. Seisih berat yang hilang setelah pengujian kemudian dihitung dengan metode kehilangan berat (*weigh lost*) untuk mengetahui laju korosi dan efisiensinya. Hasil pengujian hingga 216 jam menunjukkan laju korosi terendah logam *mild steel* dalam media air laut menurun 2,1x dari 0,5799 *mmpy* (tanpa inhibitor) menjadi 0,2981 *mmpy* (penambahan *inhibitor* 20%) dengan efisiensi sebesar 52,1%, sedangkan dalam media udara laju korosi menurun 2,9x dari 0,2805 *mmpy* (tanpa inhibitor) menjadi 0,0969 *mmpy* (penambahan *inhibitor* 10%) dengan efisiensi yang dicapai sebesar 65,5%.

Kata Kunci : *Inhibitor, Mild Steel, Tanin, Air Laut, Udara*

Abstract

Corrosion is a common problem that brings losses to the means of transportation, construction, industry and other steel material users because it results in high maintenance and accident costs due to material failure. Therefore, effective, inexpensive and environmentally friendly corrosion control is needed. Research refers to the use of tannin extract inhibitors from soursop leaves. Soursop leaves have a high tannin content and abundant presence needs further research to determine the effectiveness and efficiency in controlling corrosion, especially in low-carbon steel (*mild steel*). This study uses the experiment method with a quantitative descriptive approach. Tests were carried out in two corrosion media, namely sea and air water. The object of this study was a mild steel plate with a dimension of 30mm x 20mm x 8mm with variations of tannin-aquabides solution, namely 0%, 10%, 20%, and 40%, and the duration of testing is 24 hours, 72 hours, 144 hours and 216 hours. The weight loss lost after the test is then calculated using the weigh lost method to determine the corrosion rate and efficiency. The results of testing up to 216 hours showed the lowest corrosion rate of mild steel metal in seawater media decreased 2.1x from 0.5799 *mmpy* (without inhibitors) to 0.2981 *mmpy* (addition of 20% inhibitor) with an efficiency of 52.1%, while in air media corrosion rate decreased 2.9x from 0.2805 *mmpy* (without inhibitor) to 0.0969 *mmpy* (addition of 10% inhibitor) with the efficiency achieved at 65.5%.

Keywords: Inhibitors, , Mild Steel, Tanin, Sea Water, Air

PENDAHULUAN

Korosi merupakan masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan material dasar logam. Kerusakan yang ditimbulkan akibat korosi akan sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia. Dari segi ekonomi akan mengakibatkan tingginya biaya perawatan, dari segi keamanan akan menyebabkan kecelakaan akibat kegagalan material. Laju korosi pada logam tidak dapat dihindari, namun dapat dihambat.

Dalam dunia industri dan transportasi, untuk menjamin keselamatan dan mencegah kerugian korosi merupakan salah satu masalah yang sangat penting untuk dikendalikan.

Pengendalian korosi dapat dilakukan melalui berbagai macam cara, salah satunya menggunakan penambahan zat kimia atau *inhibitor* untuk menghambat reaksi oksidasi pada logam. *Inhibitor* film bekerja dengan cara melapisi material dengan membentuk lapisan film yang tak tampak dengan ketebalan molekul .

Umumnya inhibitor korosi berasal dari bahan kimia sintesis yang merupakan bahan kimia yang berbahaya, harganya relatif mahal dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itulah, sejumlah peneliti mencoba untuk meneliti inhibitor organik alami. Inhibitor organik alami bersifat lebih *bio-degradable* dan lebih mudah didapatkan dibandingkan dengan inhibitor organik sintesis. Salah satu alternatifnya yaitu menggunakan inhibitor yang berasal dari ekstrak bahan alam, khususnya senyawa yang mengandung atom N, O, P, S, dan atomatom yang memiliki pasangan elektron bebas. Penggunaan *Inhibitor* dalam pengendalian korosi merupakan cara yang efektif.

Tanin merupakan zat kimia yang diketahui dapat menjadi inhibitor organik. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tanin dari produk tanaman efektif dalam menghambat reaksi redoks dalam laju korosi. Salah satu tanaman yang banyak mengandung tanin adalah daun sirsak. Tanaman sirsak merupakan tanaman tropis yang mudah dijumpai di dataran menengah hingga dataran tinggi. Kelebihan tanaman ini adalah keberadaannya yang mudah dijumpai dan daunnya yang hampir tidak memiliki nilai ekonomis di pasar sehingga mudah untuk dicari. Selain itu kandungan tanin dalam daun sirsak diketahui cukup tinggi sehingga mampu menghasilkan ekstrak yang lebih banyak daripada tanaman lain.

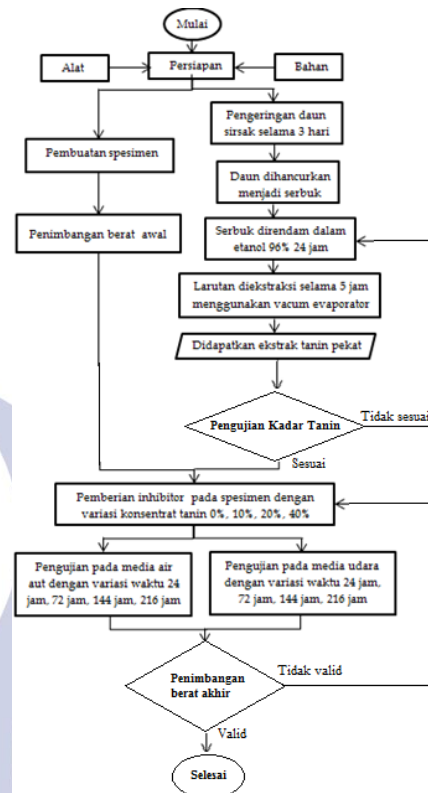
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pada komoditas pengguna material baja rendah karbon tentang pengendalian korosi pada material tersebut.

Faizal Dwi Saputro (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Variasi Media Pengkorosi dan Waktu terhadap Laju Korosi Pada Logam Baja Rendah Karbon (*Mild Steel*) Dengan Pemodelan Kondisi Sirip Kemudi Kapal” pernah menguji material baja rendah karbon (*mild steel*) pada air laut lamongan selama 6 hari menggunakan ASTM G31-72 dengan laju korosi 0,4384 mmpy. Oleh sebab itulah air laut lamongan dan material baja rendah karbon menjadi variabel dalam penelitian ini dan hasil penelitian tersebut menjadi acuan dalam pengujian.

Apriyanto Supriyo Giri (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Efektifitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai *Inhibitor* Pada Baja Karbon API 5L Dalam Larutan NaCl 3%” mengemukakan bahwa inhibitor ekstrak tanin daun sirsak efektif menginhibisi baja karbon API 5L dengan menambahkan inhibitor pada media air garam dan menyimpulkan bahwa laju korosi terendah didapat dengan menambahkan *inhibitor* sebesar 35% dengan efisiensi yang dicapai sebesar 86,16%. Sehingga dari acuan tersebut penelitian ini meneliti efektifitas inhibitor ekstrak tanin daun sirsak dengan teknik lain agar dapat digunakan pada media air laut dan udara yaitu dengan teknik semprot.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi atau yang menyebabkan terjadinya perubahan untuk melihat hubungan antar peristiwa yang diamati. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah konsentrasi *inhibitor*, waktu pengujian, dan media pengkorosi (air laut lamongan dan udara ruangan).

- Variabel Kontrol

Variabel Kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dapat dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Dalam penelitian ini yang bertindak sebagai variabel kontrol adalah Jenis logam yang digunakan yaitu baja rendah karbon (*mild steel*), temperatur pengujian yaitu temperatur ruangan, Berat awal logam spesimen, Dimensi spesimen, yaitu 30 mm x 20 mm x 8 mm ($\pm 10\%$), Volume air laut yang digunakan berdasarkan ASTM G31-72 yaitu sebanyak 800 ml.

- Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diamati dan diukur dalam sebuah penelitian, untuk

menentukan ada tidaknya pengaruh dari variabel bebas, apakah ada faktor yang muncul, tidak muncul, atau berubah seperti yang diperkirakan oleh peneliti. Dalam desain penelitian ini yang bertindak sebagai variabel terikat adalah laju korosi pada baja rendah karbon (*mild steel*), berat akhir logam dan efisiensi inhibisi.

Bahan, Peralatan da Instrumen Penelitian

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Material Baja Rendah Karbon (Mild Steel)
 - Air Laut dari Paciran, Lamongan
 - Etanol/Alkohol 96%
 - Aquabides
 - Daun Sirsak
 - Es Batu
- Alat yang digunakan dalam penelitian:
 - Gerinda Tangan
 - Kertas Abrasif
 - Vacuum evaporator
 - Toples Plastik
 - Kamera Ponsel
 - Pompa Aquarium
 - Kertas Saring
 - Blender
 - Ayakan
 - Sprayer
 - Pipet
 - Termos
- Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - Jangka Sorong
 - Gelas Ukur
 - pH Meter
 - TDS Meter
 - Refraktometer
 - Hygrometer
 - Piknometer
 - Neraca Analitik
 - Mikroskop Digital

Prosedur Penelitian

- Pengadaan alat dan bahan penelitian
- Mempersiapkan 8 spesimen baja rendah karbon dengan ukuran 30 mm x 20 mm x 8 mm.
- Pembuatan inhibitor ekstrak tanin daun sirsak yang meliputi:
 - mengeringkan daun sirsak dibawah sinar matahari selama ± 3 hari
 - menghancurkan daun sirsak dengan blender hingga menjadi serbuk halus

- serbuk daun sirsak 100 gr direndam dalam etanol 96% selama 24 jam
- filtrat disaring menggunakan kertas saring
- filtrat diekstrak menggunakan vacuum evaporator selama 5 jam hingga muncul semacam kerak yang menandakan tanin sudah jenuh.
- membuat inhibitor 10%, 20% dan 40% dengan mencampur ekstrak tanin dan aquabides dengan perbandingan berturut-turut 1 : 9, 2 : 8, dan 4 : 6
- Menentukan volume air laut yang digunakan sesuai ASTM G31-72 pada 4 wadah plastik
- Mengukur spesifikasi air laut masing-masing yang meliputi pH, TDS dan Salinitas awal
- Membersihkan spesimen menggunakan kertas abrasif grid 800 untuk menghilangkan produk korosi yang menempel kemudian dibersihkan kembali menggunakan alkohol untuk menghilangkan sisa-sisa minyak dan kotoran yang menempel.
- Menimbang berat awal logam spesimen
- Melakukan pemotretan foto mikro awal spesimen dengan perbesaran 1000x
- Menyemprotkan inhibitor pada 8 spesimen dengan variasi berturut-turut 0% (tanpa inhibitor), 10%, 20% dan 40%.
- Membiarkan spesimen selama 15 menit agar kering
- Meletakkan spesimen pada media
 - 4 spesimen yang telah diberi inhibitor pada wadah berisi air laut
 - 4 spesimen yang telah diberi inhibitor pada bidang datar dalam ruang pengujian di dekat Hygrometer
- Mebiarkan spesimen terkorosi pada masing-masing media selama waktu pengujian yang ditentukan, variasi waktu yang digunakan yaitu 24 jam, 72 jam, 144 jam, dan 216 jam.
- Mengangkat spesimen dari media pengkorosi.
- Mengukur kembali pH, TDS dan Salinitas air laut untuk mengetahui perubahan setelah diuji.
- Melakukan pemotretan foto mikro akhir pada setiap spesimen
- Membersihkan spesimen menggunakan kertas abrasif grid 800 dan membersihkannya dengan alkohol.
- Menimbang spesimen menggunakan neraca analitik dengan ketelitian 0,0001 gram untuk mengetahui berat akhir setelah melalui semua prosedur pengujian.
- Menghitung laju korosi dan efisiensi dari selisih berat yang didapat dari pengujian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data adalah langkah yang menentukan hasil penelitian Analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Teknik Analisa Data Kuantitatif. Teknik ini dilakukan dengan menelaah data yang diperoleh dari penelitian eksperimen yang hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk angka dan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Dalam hal ini peneliti juga memberi uraian penjelasan sebagai tambahan sehingga pembaca lebih mudah untuk memahami dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian berikutnya.

Teknik Penyajian Data

Teknik penyajian data dalam penelitian ini berupa tabel, dan untuk memperjelas tabel maka disajikan dalam bentuk grafik dan didukung dengan foto mikro dari spesimen tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- **Ekstraksi Daun Sirsak**
 - Ekstraksi daun sirsak dilakukan sebagaimana prosedur yang telah diuraikan. 100 gr serbuk daun sirsak kering yang diekstrak dengan pelarut etanol sebanyak 1 L menghasilkan ekstrak pekat daun sirsak sebanyak 100 mL
 - Spesifikasi kandungan ekstrak daun sirsak diuji di Balai Riset dan Standarisasi Surabaya.

Tabel 1. Hasil Uji Ekstrak Tanin Daun Sirsak

Prameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
Kadar Air	%	93,07	Gravimetri
Alkohol	%	5,30	Destilasi
Tanin	%	34,75	Titrimetri

- **Laju Korosi**

Setelah dilakukan pengujian dengan prosedur yang telah dijabarkan maka didapatkan selisih berat yang emudian dihitung dengan rumus :

$$CR = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \tag{1}$$

Keterangan :

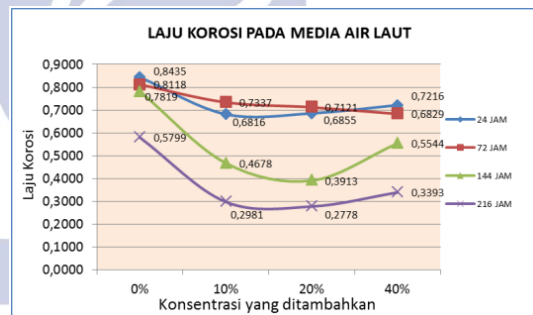
- CR (Laju Korosi) : (mmpy)
- K (konstanta) : $8,76 \times 10^4$
- W (Selisih Berat) : (gr)
- D (berat jenis) : $7,85 \text{ gr/cm}^3$
- A (Luas Permukaan) : $18,4 \text{ cm}^2$
- T (Waktu Pengujian) : 24, 72, 144, dan 216 (jam)

Tabel 2. Laju Korosi dan Efsiensii

Media	konsentrasi	LAJU KOROSI (mmpy)				EFISIENSI (%)			
		24 JAM	72 JAM	144 JAM	216 JAM	24 JAM	72 JAM	144 JAM	216 JAM
AIR LAUT	0%	0,8435	0,8118	0,7819	0,5799	0,0	0,0	0,0	0,0
	10%	0,6816	0,7337	0,4678	0,2981	19,2	9,6	40,2	48,6
	20%	0,6855	0,7121	0,3913	0,2778	18,7	12,3	50,0	52,1
	40%	0,7216	0,6829	0,5544	0,3393	14,4	15,9	29,1	41,5
	0%	0,9577	0,6188	0,3948	0,2805	0,0	0,0	0,0	0,0
UDARA	10%	0,7235	0,3738	0,1507	0,0969	24,5	39,6	61,8	65,5
	20%	0,7921	0,4798	0,2456	0,1477	17,3	22,5	37,8	47,4
	40%	0,8378	0,5401	0,2685	0,1705	12,5	12,7	32,0	39,2
	0%	0,9577	0,6188	0,3948	0,2805	0,0	0,0	0,0	0,0

- **Laju Korosi Pada Media Air Laut**

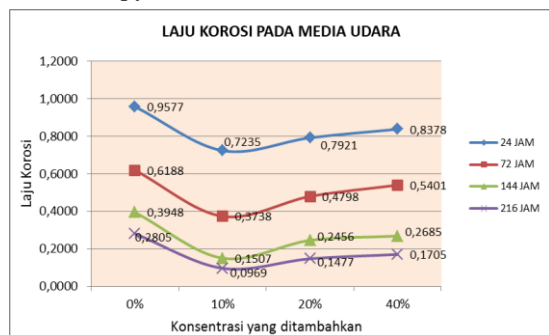
Dari 4 variasi spesimen yang diuji dalam air laut laju korosi tertinggi yang terjadi pada logam adalah variasi 0% (tanpa inhibitor) pada pengujian 24 jam yaitu sebesar 0,8435 mmpy, sedangkan laju korosi terendah dialami oleh spesimen dengan penambahan inhibitor 20% pada waktu perendaman 216 jam yaitu sebesar 0,2778 mmpy. Penambahan diatas harga kritis ini akan meningkatkan kembali laju korosi karena dalam mekanismenya inhibitor mengkorosi permukaan logam terlebih dahulu sebelum membentuk lapisan film pelindung (Dalimunthe, 2004) sehingga apabila inhibitor ditambahkan lebih dari harga kritisnya akan meningkatkan serangan korosi di awal penggunaan.



Gambar 2. Laju Korosi Pada Media Air Laut

- **Laju Korosi Pada Media Udara**

Dari 4 variasi spesimen yang diuji dalam media udara laju korosi tertinggi yang terjadi pada logam adalah variasi 0% (tanpa inhibitor) pada pengujian 24 jam yaitu sebesar 0,9577 mmpy. Sedangkan laju korosi terendah terjadi pada penambahan inhibitor 10% dengan waktu pengujian 216 jam yaitu sebesar 0,0969 mmpy.



Gambar 3. Laju Korosi Pada Media Udara

• **Efisiensi Inhibisi**

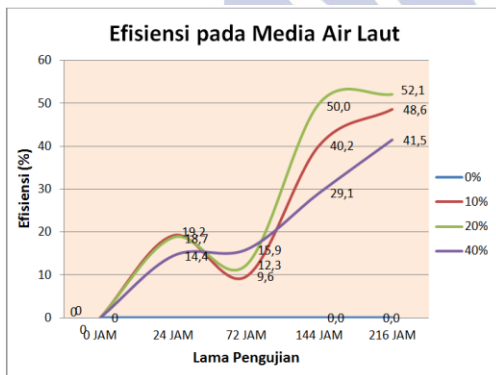
Tabel 2 menunjukkan efisiensi inhibisi dalam pengujian. Efisiensi merupakan tingkat keberhasilan tertinggi yang dicapai inhibitor dalam jumlah tertentu untuk menghambat laju korosi. efisiensi dihitung dengan rumus :

$$\eta = \frac{CRu - CRi}{CRu} \times 100\% \quad (2)$$

- η = Efisiensi inhibitor (%)
- CRu = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)
- CRi = Laju korosi dengan inhibitor (mm/y)

- Efisiensi Pada Media Air Laut

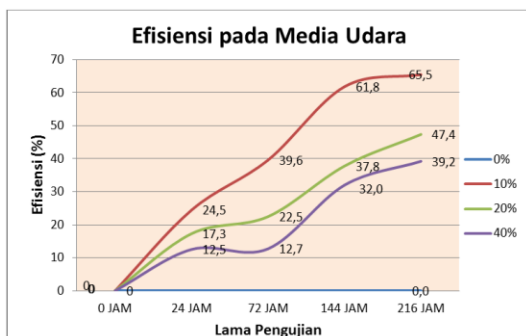
Pada tabel 2 terdapat data efisiensi yang terjadi pada spesimen dalam media air laut. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi didapat dari penambahan inhibitor 20% dalam waktu 216 jam yaitu sebesar 52,1% dan efisiensi terendah terjadi pada penambahan inhibitor 10% pada waktu pengujian 72 jam yaitu sebesar 9,6%.



Gambar 4. Efisiensi Pada Media Air Laut

- Efisiensi Pada Media Udara

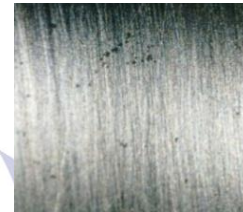
Pada tabel 2 terdapat data efisiensi yang terjadi pada spesimen dalam media Udara. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi didapat dari penambahan inhibitor 10% dalam waktu pengujian 216 jam yaitu sebesar 65,5% sedangkan efisiensi terendah didapat dari penambahan inhibitor 40% dalam pengujian 24 jam yaitu sebesar 12,5%.



Gambar 5. Efisiensi Pada Media Udara

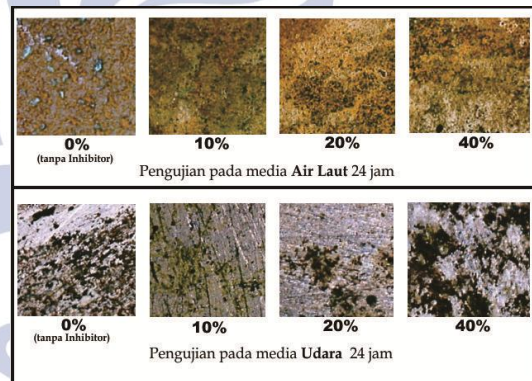
• **Hasil Foto Mikro Spesimen**

Pembuktian adanya pengaruh dari penambahan inhibitor terhadap perubahan struktur pada permukaan spesimen baja rendah karbon dapat diketahui dengan melakukan pemotretan menggunakan mikroskop digital perbesaran 1000x. Pemotretan ini dilakukan menunjukkan bagaimana larutan inhibitor bekerja pada permukaan logam dan membandingkan efek dari pemberian inhibitor yang bervariasi melalui perbedaan cacat fisik yang terjadi.



Gambar 6. Foto mikro Keadaan Awal Spesimen

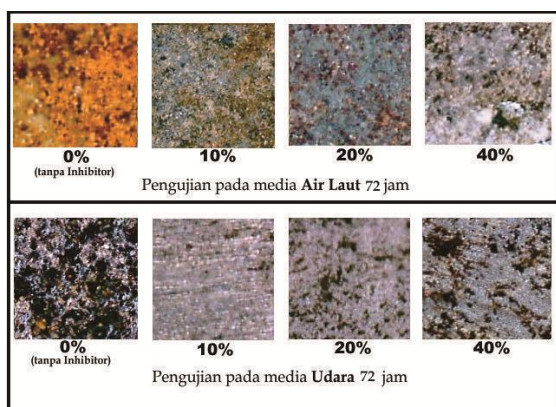
Setelah diberi inhibitor dengan konsentrasi yang berbeda-beda delapan spesimen kemudian diletakkan pada media pengkorosi sesuai lama waktu pengujian. Selama pengujian berlangsung permukaan logam mengalami beberapa perubahan dari keadaan awal spesimen.



Gambar 7. Foto Mikro Pengujian 24 jam

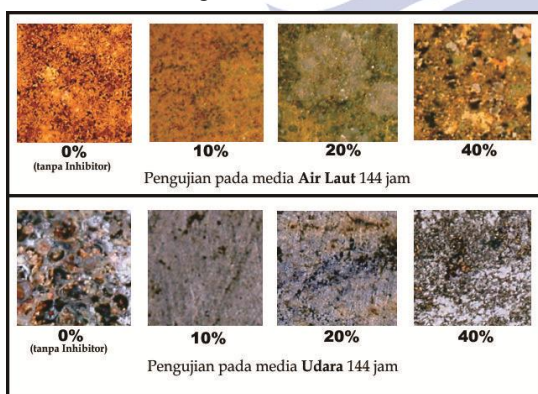
pengujian 24 jam belum menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap masing-masing varian, terutama pada pengujian air laut yang mana spesimen yang tidak terlapsi tanin memiliki produk korosi yang berwarna jingga kecoklatan, sedangkan spesimen yang terlapsi inhibitor memiliki korosi berwarna jingga kehijauan yang menandakan bahwa permukaan tersebut tertutup lapisan pasif dan produk korosi. Sedangkan pada pengujian media udara menunjukkan korosi yang terbentuk berupa permukaan yang mulai keropos dan tergerus. Spesimen yang terlapsi inhibitor dengan konsentrasi rendah memiliki permukaan berwarna hijau gelap dengan sedikit mengkilat.

Menunjukkan bahwa mulai terbentuk lapisan pasif yang melindungi permukaan logam.



Gambar 8. Foto Mikro Pengujian 72 jam

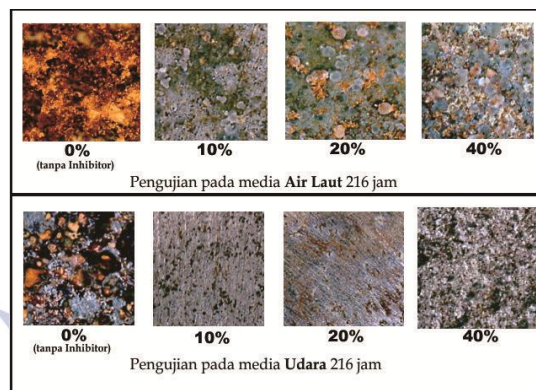
Perubahan yang terjadi pada pengujian 72 jam adalah peningkatan laju korosi yang cukup signifikan pada pengujian dalam air laut. Penebalan produk korosi pada spesimen yang tidak diberi inhibitor menyebabkan permukaan logam tertutup oleh produk korosi. bentuk cacat permukaan logam yang paling terlihat jelas adalah korosi pada spesimen dalam media udara tanpa penambahan inhibitor (0%). Cacat yang terjadi adalah lubang-lubang keropos yang membesar dan mulai terbentuk kawah. Keadaan ini merupakan fase kenaikan laju korosi tertinggi pada media udara seperti yang terlihat pada grafik 4.2. berbeda dengan keadaan spesimen yang diberi inhibitor yang relatif tidak mengalami peningkatan kerusakan secara signifikan.



Gambar 9. Foto Mikro Pengujian 144 jam

Pada pengujian 144 jam korosi pada spesimen yang direndam pada media air laut mulai terlihat perbedaannya secara signifikan. Produk korosi pada spesimen yang tidak diberi inhibitor berwarna jingga kemerahan yang menandakan bahwa proses korosi terjadi secara sempurna, sedangkan spesimen yang diberi inhibitor berwarna kehijauan yang menandakan bahwa permukaan spesimen tidak ditembus oleh

korosi. Semakin pekat konsentrasi tanin pada inhibitor menyebabkan tanin menggumpal secara lokal sehingga menimbulkan bercak-bercak warna hitam. , lapisan pasif berwarna kebiruan terbentuk lebih baik pada penambahan inhibitor 10% dan 20%.



Gambar 10. Foto Mikro Pengujian 216 jam

Pengujian selama 216 jam menyebabkan korosi menebal pada seluruh permukaan spesimen, sedangkan air laut yang tidak dapat menembus lapisan pasif akan membentuk bercak-bercak putih (kristal garam) pada permukaannya. Berbeda dengan korosi pada media udara, spesimen dengan inhibitor 0% mengalami pengeroposan pada permukaannya sehingga terbentuk kawah-kawah berisi produk korosi, sedangkan spesimen dengan penambahan inhibitor 10% dan 20% permukaannya berwarna kebiruan.

Pembahasan

• Pengaruh Inhibitor Terhadap Tingkat keasaman (pH)

Tinggi-rendahnya pH menunjukkan berapa besar konsentrasi ion H^+ dalam larutan dan membantu mempercepat pertukaran ion dan pelepasan elektron pada logam. Oleh sebab itu dalam penelitian ini tingkat keasaman pada media pengkorosi diukur untuk mengetahui berapa tingkat keasaman (pH) dalam spesifikasi. kondisi awal air laut lamongan memiliki pH 7,8 sehingga sedikit basa. Selama pengujian berlangsung secara alami media pengkorosi seharusnya akan mengalami penurunan pH akibat proses elektrokimia sehingga media akan menjadi semakin asam. Penurunan pH ini juga berbanding lurus dengan lama waktu perendaman. Penurunan pH terbesar terjadi pada media uji spesimen dengan penambahan inhibitor 0% dalam perendaman 216 sebesar 0,3. Berbeda dengan logam yang terlindungi oleh inhibitor, setelah pengujian dilakukan perubahan tingkat keasaman pada media cenderung meningkat meskipun tidak terlalu signifikan. Peningkatan pH

terbesar terjadi pada pengujian 216 jam dengan penambahan inhibitor 40% meningkat 0,4 dan perubahan pH terkecil terjadi pada pengujian 24 jam dengan penambahan inhibitor 10% yaitu sebesar 0,1. Hal ini disebabkan karena sifat inhibitor melindungi logam dengan cara melapisi logam dengan lapisan pasif yang mencegah ion klorida (Cl⁻) menyentuh logam sehingga konduktivitasnya menurun.

- Pengaruh Waktu Pengujian terhadap Laju Korosi**
 Lamanya waktu yang digunakan dalam pengujian mempengaruhi laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan korosi pada logam yang tidak terlindungi inhibitor dalam pengujian 24 jam laju korosi pada media air laut dan udara adalah 0,8435 mmpy dan 0,9577 mmpy, pada pengujian 72 jam laju korosi menurun menjadi 0,8118 mmpy dan 0,6188 mmpy, kemudian menurun kembali pada pengujian 144 jam menjadi 0,7819 mmpy dan 0,3948 mmpy. Material mengalami laju korosi terendah pada waktu pengujian 216 jam yaitu media air laut dan udara berturut-turut 0,5799 mmpy dan 0,2805 mmpy. Hal ini terjadi karena secara alami logam akan membentuk lapisan pasif pada bagian permukaan berupa produk korosi sehingga semakin lama reaksi oksidasi berjalan semakin lambat. Perbedaan antara logam yang diberi inhibitor dengan yang tidak diberi inhibitor adalah laju korosinya yang lebih rendah. Laju korosi logam yang diberi inhibitor selalu lebih rendah dibandingkan yang tidak diberi inhibitor dalam variasi 24 jam hingga 216 jam. Hal ini membuktikan bahwa lama waktu pengujian mempengaruhi besar laju korosi yang terjadi.
- Pengaruh Tanin sebagai Inhibitor terhadap Laju Korosi**
 Dalam penelitian ini inhibitor merupakan larutan antara tanin dan aquabides dengan persentasi tanin divariasikan yaitu 10%, 20%, dan 40%. Inhibitor daun sirsak efektif bekerja pada logam dalam media air laut dengan laju korosi terendah dialami oleh spesimen dengan penambahan inhibitor 20% dalam pengujian selama 216 jam yaitu 0,2778 mmpy dengan efisiensi tertinggi yang dicapai yaitu 52,1%. Sedangkan dalam media udara tanin daun sirsak efektif menghambat laju korosi dengan laju korosi terendah dialami oleh spesimen dengan penambahan inhibitor 10% dalam pengujian selama 216 jam yaitu 0,0969 mmpy dengan efisiensi tertinggi yang dicapai sebesar 65,5%. Secara keseluruhan, larutan inhibitor yang efektif adalah larutan dengan konsentrasi tanin 10% pada media udara dan 20% pada media air laut. Seperti yang

terlihat pada grafik 4.3 dan 4.4, jika dibandingkan maka spesimen yang tidak diberi inhibitor mengalami laju korosi tertinggi. Tanin 40% tidak memberi perlindungan yang terbaik pada logam karena konsentrasi yang lebih tinggi ternyata membuat logam mengalami kehilangan berat lebih banyak di awal. Fenomena ini sesuai dengan teori mekanisme perlindungan inhibitor yang mana inhibitor akan terlebih dulu mengkorosi logamnya sebelum teradsorpsi dan membentuk lapisan pasif pada logam. (Dalimuthe,2004)

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian serta analisa yang dilakukan dapat disimpulkan :

- Konsentrasi inhibitor yang ditambahkan pada permukaan logam sangat berpengaruh terhadap laju korosi pada media air laut dan udara. Ekstrak tanin dari daun sirsak dapat melindungi baja rendah karbon (*mild steel*) dari korosi yang disebabkan oleh air laut, namun tidak berarti bahwa konsentrasi yang semakin tinggi memberikan pengendalian korosi yang lebih baik. Pada media yang berbeda memerlukan konsentrasi yang berbeda untuk mencapai hasil yang efisien. Dalam pengujian yang dilakukan pada air laut dengan variasi waktu 24 jam, 72 jam, 144 jam, dan 216 jam laju korosi menurun dengan penurunan paling rendah adalah penambahan inhibitor dengan konsentrasi tanin 20% dengan laju korosi sebesar 0,2778 mmpy. Sedangkan pengujian pada media udara menunjukkan korosi terendah adalah penambahan inhibitor dengan konsentrasi tanin 10% dengan laju korosi sebesar 0,0969 mmpy. Penggunaan inhibitor pada media udara menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan pada media air laut karena pada udara lapisan pelindung lebih cepat terbentuk dan tidak mudah rusak. Hal ini disebabkan karena kontituen pada air laut lebih agresif dibandingkan udara dan sebagian molekul inhibitor dapat terlarut dalam air laut sebelum lapisan pelindung terbentuk sehingga konsentrasi yang dibutuhkan lebih tinggi dibandingkan pada media udara.
- Konsentrasi ekstrak tanin yang paling efisien pada inhibitor yang digunakan pada logam adalah 20% dalam penggunaan pada media air laut dengan efisiensi sebesar 52,1% dan konsentrasi 10% pada media udara dengan efisiensi sebesar 65,5%. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak tanin daun sirsak yang ideal digunakan dalam pengendalian korosi adalah < 40%.

- Laju korosi pada baja rendah karbon tanpa penambahan inhibitor dalam pengujian selama 216 jam pada air laut adalah 0,5799 *mmpy* (tanpa inhibitor), penambahan inhibitor 10% menunjukkan laju korosi 0,2981 *mmpy*, penambahan 20% menunjukkan 0,2778 *mmpy*, dan penambahan 40% menunjukkan 0,3393 *mmpy*. Sedangkan hasil pengujian selama 216 jam pada media udara adalah 0,2805 *mmpy* (tanpa inhibitor), penambahan 10% menunjukkan laju korosi 0,0969 *mmpy*, penambahan 20% menunjukkan 0,1477 *mmpy*, dan penambahan 40% menunjukkan 0,1705 *mmpy*. Sehingga dapat disimpulkan inhibitor dengan efisiensi terbesar mampu memperkecil laju korosi sebesar 2,1x pada air laut dan 2,9x pada udara.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disampaikan beberapa saran berikut:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode yang lebih baik untuk meningkatkan ekstrak tanin yang didapat dari daun sirsak sehingga ekstrak yang didapatkan lebih pekat dengan konsentrasi yang lebih tinggi.
- Tanin memiliki viskositas lebih tinggi dibandingkan aquabides, sehingga disarankan dalam pencampuran tanin dengan pelarut aquabides diperlukan pengocokan atau pengadukan dengan putaran tinggi selama beberapa menit agar tanin dapat terlarut dengan sempurna dan menghindari pengendapan gumpalan tanin di dasar wadah.
- Untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif, dalam penggunaan inhibitor ekstrak tanin dari daun sirsak sebaiknya permukaan logam dalam keadaan kering dan dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan produk korosi yang menempel sehingga lapisan pelindung yang akan terbentuk dapat menutupi logam dengan lebih baik.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai usia pakai penggunaan inhibitor ekstrak tanin daun sirsak dalam aplikasi yang sesungguhnya di lapangan, serta peninjauan terhadap ketahanan penggunaan dalam suhu ekstrim dan tekanan tinggi arus air laut.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM International. 2004. *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*¹. United States.

Dalimunthe, I.S., 2004, " Kimia Dari Inhibitor Korosi ", Universitas Sumatra Utara.

Fontana, M. C., dan Greene, M. D. 1986. *Corrosion Engineering Hand Book*. New York: Mc Graw Hill Book Company.

Foroulis. Z.A. 1980. "Corrosion and Corrosion Inhibition In The Petroleum Industry". *phys*. Vol. 21 (11): p 5432 – 5437

Giri, Apriyanto Supriyo. 2016. "Efektifitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Inhibitor Pada Baja Karbon API 5L Dalam Larutan NaCl 3%". *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Universitas Lampung. Vol. 5 (1): hal. 44.

Hagerman, A. E. (2002). *Tannin Handbook*. Miami University, USA (<http://id.scribd.com/doc/33507735/TANNIN>)

Huda, Choirul. 2017. *Analisis Laju Korosi Logam Aluminium 5083 Sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Kennet, R.T., dan Chamberlain, J. 1991. *Korosi : Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Lawrence, J. Korbs, 1987. *Metals Handbook Volume 13 (Corrosion)*. ASM International, OHIO, USA 44073

Ludiana, Sri Handani, 2012. "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW". *Jurnal Fisika*. Vol. 1 (1): hal. 12—18.

Nugroho, Fajar. 2015. "Penggunaan Inhibitor Untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi Pada Baja Karbon Rendah". *Jurnal Angkasa*. Vol. 7 (1): hal. 151–158.

Priyotomo, G. 2008. *Kamus Saku Korosi Material*. Metalurgi LIPI. Tangerang. P. 4—14.

Rieger, H.P., *Electrochemistry*, 2nd ed., 1992, Chapman and Hall Inc, New York, 412-421.

Roberge, P. R., 1999, *Handbook of Corrosion Engineering*, McGraw-Hill Companies, Inc., New York

Saputro, Faizal Dwi. 2018. *Variasi Media Pengkorosi dan Waktu Terhadap Laju Korosi Pada Logam Baja Rendah Karbon (Mild Steel) Dengan Pemodelan Kondisi Sirip Kemudi Kapal*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Tim Penyusun. 2014. *Buku pedoman penulisan Skripsi program sarjana strata satu (S-1) Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Unipress

TreThewey, K. R. & Chamberlain, J. 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Widharto. 1999. *Karat dan Pencegahannya*, Cet.1, Jakarta : Pradnya Paramitha