Analisis Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Menengah pada Media H_2SO_4 dan Uji FT-IR Ekstrak Daun Ketapang

Wenny Ehewando[1], Afira Ainur Rosidah[2]
Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: ehwando20@gmail.com[1], afiraar@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Corrosion is a natural cycle or event that leads to the deterioration of material properties and cannot be entirely prevented or stopped but inhibited. To inhibit corrosion, use inhibitors that coat the metal and provide effective protection. This study employed a natural inhibitor made of ketapang leaf extract through the reflux extraction method. The inhibitor can protect medium-carbon steel from corrosion in a sulfuric acid (H2SO4) medium. To test the content of ketapang leaf extract, the researcher applied FT-IR and phytochemical tests, while the corrosion testing method was the weight loss test. The research results showed that the FT-IR test indicated the tannin and flavonoid groups, validated by phytochemical tests that were positive for tannins and flavonoids. The weight loss test showed the lowest corrosion rate for AISI 1045 carbon steel occurred at a 15% inhibitor concentration at an average rate of 4.76 mmpy. The highest efficiency of 81.57% also happened in AISI 1045 carbon steel at a 15% inhibitor concentration. Additional inhibitor concentration reduced the corrosion rate, and the higher the carbon content in the steel, the lower the corrosion rate.

Keyword: *medium carbon steel, ketapang leaf extract inhibitor, FT-IR, sulfuric acid medium, weight loss*

ABSTRAK

Korosi adalah suatu siklus atau peristiwa alami yang menyebabkan penurunan sifat material dan tidak dapat dicegah ataupun dihentikan tetapi dapat di hambat, salah satu cara untuk menghambat korosi yaitu dengan menggunakan inhibitor yang akan melapisi logam dan memberikan perlindungan yang efektif. Dalam penelitian ini inhibitor yang digunakan adalah inhibitor alami yaitu inhibitor yang terbuat dari ekstrak daun ketapang dengan metode ekstraksi refluks, inhibitor digunakan untuk memproteksi korosi terhadap baja karbon menengah di dalam media asam sulfat (H2SO4). Metode yang digunakan untuk menguji kandungan ekstrak daun ketapang adalah, pengujian FT-IR dan fitokimia, lalu metode yang digunakan dalam pengujian korosi menggunakan pengujian weight loss. Dalam penelitian ini didapatkan hasil uji FT-IR yang diduga menunjukan gugus tanin dan flavonoid dan divalidasi dengan uji fitokimia yang positif mengandung tanin dan flavonoid lalu dalam pengujian weight loss laju korosi yang terendah di tunjukan pada baja karbon AISI 1045 dengan konsentrasi inhibitor 15% dan nilai rata-rata 4,76 (mmpy). Lalu pada efesiensi terbesar terdapat pada baja karbon AISI 1045 dengan konsentrasi inhibitor 15% dan efesiensi sebesar 81,57%. Konsentrasi inhibitor yang ditambahkan membuat laju korosinya semakin kecil dan semakin banyak kandungan karbon pada baja maka semakin kecil laju korosinya.

Kata kunci: baja karbon menengah, inhibitor ekstrak daun ketapang, FT-IR, media asam sulfat, *weight loss*.

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, mesin dan peralatan yang sebagian besar terbuat dari baja sangat penting dalam proses produksi. Namun, salah satu masalah utama adalah korosi atau karat pada mesin dan peralatan tersebut. Korosi mengurangi umur pakai mesin, menyebabkan kerugian finansial dan risiko keselamatan. Korosi adalah kerusakan pada logam [1]. Korosi terjadi karena reaksi kimia pada logam dan merupakan siklus alami yang menurunkan sifat material. Meskipun tidak bisa dicegah, korosi dapat dihambat dengan menggunakan inhibitor yang melapisi dan melindungi logam. Inhibitor membentuk lapisan tipis pada permukaan baja, melindunginya dari kontak langsung dengan lingkungan [2]. Inhibitor adalah suatu senyawa atau zat yang bermanfaat untuk menghambat laju reaksi korosi suatu logam jika di tambahkan ke dalam lingkungan yang korosif terhadap logam. inhibitor diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu ada inhibitor anorganik dan inhibitor organik salah satu jenis inhibitor organik adalah inhibitor dari ekstrak daun ketapang [3]. Pohon ketapang, yang sering ditemukan di Indonesia, memiliki banyak manfaat, seperti memberikan keteduhan, buah yang bisa dikonsumsi, dan daun yang digunakan untuk menyembuhkan luka. Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun ketapang, yang mengandung zat tanin, dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi. Tanin membentuk lapisan kompleks dengan logam atau baja, membantu menghambat laju korosi [4]. Penelitian ini bertujuan menganalisis hasil uji FT-IR dan fitokimia terhadap inhibitor ekstrak

daun ketapang, serta mengkaji pengaruh variasi konsentrasi inhibitor dan jenis baja karbon menengah dalam media H_2SO_4 terhadap laju korosi dan efisiensi inhibitor.

TINJAUAN PUSTAKA

Korosi

Korosi adalah siklus alami yang terjadi pada logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia, menyebabkan kerusakan struktur dan penurunan sifat logam. Korosi dapat dikenali dari perubahan warna permukaan logam menjadi coklat dan bagian logam yang mulai hancur atau terurai [5].

Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat berperan signifikan sebagai zat pengering dalam pengolahan buah kering dan merupakan salah satu penyebab hujan asam. Meskipun sangat aktif, asam sulfat dianggap penting dan digunakan dalam pembuatan garam sulfat, proses sulfonasi, serta karena kekuatannya sebagai asam anorganik yang terjangkau. Meskipun banyak digunakan di industri, asam sulfat jarang menjadi produk akhir. Pengaplikasiannya meliputi pembuatan pupuk, produksi alat timah, pengolahan minyak, dan pewarna tekstil [6].

Inhibitor

Inhibitor kimia dapat menghambat atau memperlambat reaksi kimia. Inhibitor korosi adalah zat yang, ketika ditambahkan ke lingkungan tertentu, mengurangi laju korosi logam. Inhibitor membentuk lapisan tipis di permukaan logam, yang dapat teroksidasi dan menghasilkan lapisan pasif protektif. Proses ini melibatkan pembentukan senyawa stabil seperti oksida atau hidroksida yang berfungsi sebagai pelindung alami [7].

Ketapang

Pohon ketapang (Terminalia catappa) adalah pohon rindang yang sering ditemukan di tepi pantai dan sering ditanam di sekitar rumah untuk menciptakan suasana sejuk. Dengan tinggi mencapai 25 meter dan diameter batang hingga 1,5 meter, pohon ini memiliki cabang yang tumbuh mendatar dan teratur. Asli dari Asia Tenggara, pohon ketapang juga tumbuh di Australia, India, Pakistan, Amerika, Afrika, dan Madagaskar, dan sering ditanam di pinggir jalan, taman, atau depan rumah sebagai peneduh [8]. Salah satu senyawa yang digunakan sebagai inhibitor dan ditemukan dalam tumbuhan adalah tanin dan flavonoid. Beberapa penelitian yang memanfaatkan inhibitor alami menunjukkan bahwa tanin dan flavonoid memiliki pengaruh yang signifikan dalam mengendalikan laju korosi [3]

Baja Karbon Mnengah

Baja karbon sedang mengandung 0,3% hingga 0,6% karbon. Pengerasan baja ini dilakukan dengan memanaskan hingga fasa austenit, lalu didinginkan cepat (quenching) untuk menghasilkan martensit yang sangat keras. Terdapat dua jenis baja karbon sedang: baja karbon biasa dan baja mampu keras. Kandungan karbon yang tinggi meningkatkan kekerasan, tetapi mengurangi kemampuan las. Penambahan unsur seperti Cr, Ni, dan Mo meningkatkan kekerasan. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah, cocok untuk komponen mesin, roda kereta api, roda gigi, poros engkol, dan komponen struktural yang memerlukan kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan keuletan [9].

Reflux

Metode ekstraksi yang dikenal sebagai refluks mencirikan dirinya dengan memanfaatkan pemanasan sebagai elemen integral dalam prosesnya. Dalam metode ini, suatu substansi disusun untuk mengoptimalkan ekstraksi melalui pemanasan berkelanjutan, yang pada gilirannya memfasilitasi pelepasan senyawa-senyawa yang diinginkan. Beberapa faktor yang turut berperan dalam mengendalikan dan mengoptimalkan proses ekstraksi mencakup penentuan jumlah pelarut yang digunakan dan durasi ekstraksi yang diterapkan. Dengan demikian, refluks menjadi suatu pendekatan yang holistik dalam mendapatkan ekstrak dengan mempertimbangkan secara cermat faktor-faktor kritis yang dapat memengaruhi kualitas dan hasil akhir dari proses ekstraksi tersebut [10]

FT-IR

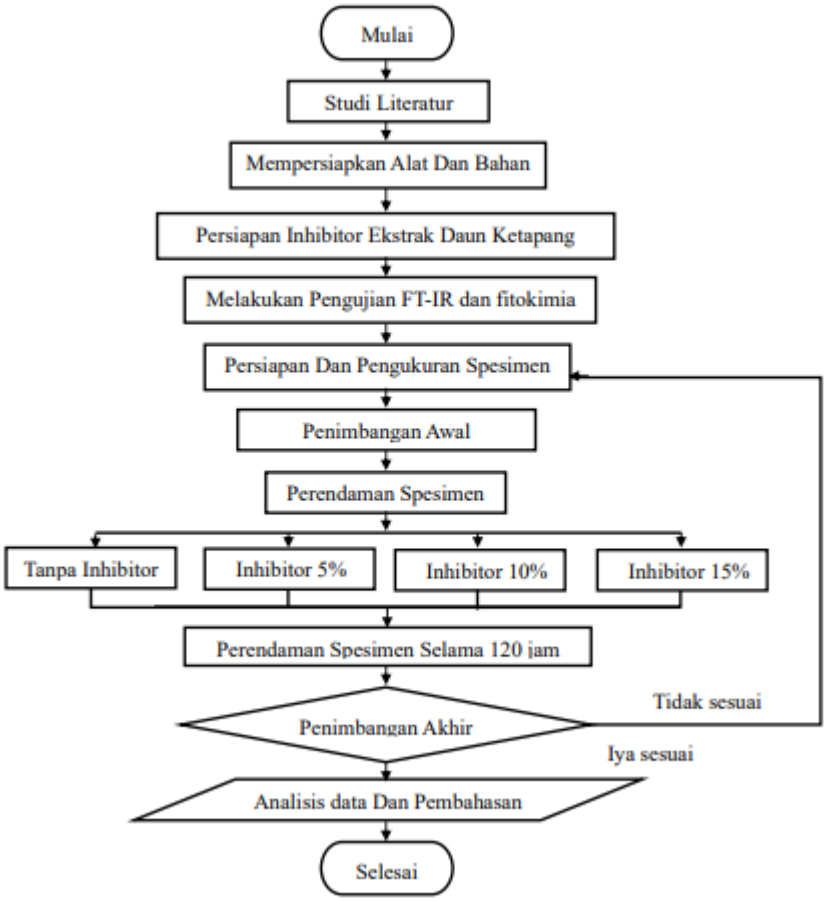
Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah teknik analisis inframerah yang menggunakan transformasi Fourier untuk mendeteksi dan menganalisis spektrum. Inti dari FTIR adalah interferometer Michelson, yang menganalisis frekuensi sinyal gabungan. Spektrum inframerah dihasilkan dengan mentransmisikan cahaya melalui sampel, mengukur intensitas cahaya dengan detektor, dan membandingkannya dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Hasilnya direpresentasikan sebagai grafik intensitas terhadap energi, memungkinkan identifikasi dan analisis komponen kimia dalam sampel berdasarkan spektrum inframerah yang unik [11].

Fitokimia

Fitokimia adalah ilmu yang mempelajari senyawa organik yang dibentuk dan disimpan oleh tumbuhan, termasuk struktur, biosintesis, perubahan, metabolisme, dan fungsi biologisnya. Juga dikenal sebagai fitonutrien, fitokimia mencakup zat kimia dari tumbuhan, seperti sayuran dan buah-buahan. Senyawa ini tidak termasuk zat gizi utama tetapi memberikan rasa, aroma, atau warna pada tumbuhan dan memiliki manfaat kesehatan. Sekitar 30.000 jenis fitokimia telah ditemukan, dengan 10.000 di antaranya terdapat dalam makanan [12].

METODE

Adapun bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah baja karbon menengah, inhibitor ekstrak daun ketapang, aquades, asam sulfat (H_2SO_4). Variasi konsentrasi inhibitor pada larutan asam adalah 0%, 5%, 10%, 15%. Secara keseluruhan, penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitin

Langkah pertama adalah mempersiapkan cairan inhibitor dengan metode ekstraksi *reflux*. Kemudian mengumpulkan daun ketapang sebanyak yang dibutuhkan, membersihkan daun ketapang, dan mengeringkan daun Ketapang, serta mengecilkan ukuran daun menjadi serbuk. Lalu mencampurkan daun ketapang dengan 200 ml air destilasi dalam labu leher, dilanjutkan dengan memanaskan campuran daun ketapang dan air destilasi pada suhu 100°C selama 2 jam. Setelah mendapatkan ekstrak, dilakukan pengujian FT-IR dan Fitokimia lalu penelitian dengan variasi 3 spesimen yaitu baja AISI 1037, AISI 1040, dan AISI 1045, dengan merendam spesimen tersebut dalam media asam sulfat (H_2SO_4) dengan variasi konsentrasi inhibitor sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% selama 120 jam. Setelah melakukan perendaman, spesimen akan ditimbang dengan tujuan mengetahui selisih berat awal dan akhir untuk mengetahui laju korosi pada spesimen.

Analisa laju korosi dan efesiensi inhibitor

Dalam penelitian ini spesimen di rendam dalam media asam sulfat (H2SO4) dengan variasi konsentrasi inhibitor sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% selama 120 jam. Setelah melakukan perendaman spesimen akan ditimbang dengan tujuan mengetahui selisih berat awal dan akhir untuk mengetahui laju korosi pada specimen Kemudian pengukuran laju korosi dapat menggunakan persamaan laju korosi berikut:

$$\text{CR} = \frac{K.W}{D.A.T}$$

Dimana:

CR = laju korosi (mm/y)

K = konstanta laju korosi (8,76x104)

W = kehilangan berat (g)

D = densitas (gram/cm3)

A = luas permukaan yang terendam (cm2)

T = waktu perendaman (jam)

Dalam penggunaannya inhibitor mempunyai efesiensi semakin tinggi efesiensei maka semakin bermanfaat pengaplikasiannya terhadap lingkungan, perhitungan efesiensi dilakukan dengan mengukur presentase penurunan laju korosi yang terjadi setelah penambahan inhibitor dan dibandingkan dengan laju korosi tanpa inhibitor. Proses perhitungan itu dapat di jelaskan melaului rumus berikut ini:

$$\text{Efesiensi inhibitor} = \frac{CRo - CRinh}{CRo} x100\%$$

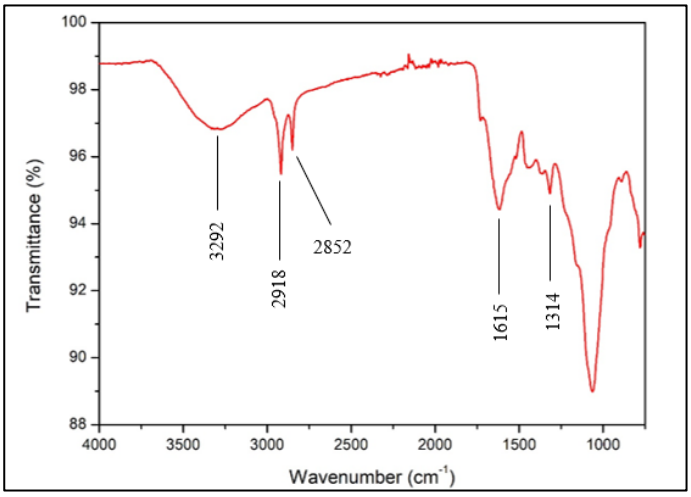
Dimana: CRo = Laju korosi tanpa inhibitor

CRinh = Laju korosi dengan inhibitor

ISSN 2775-5630

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji FT-IR



Gambar 2. Hasil uji FT-IR

Pada gambar 2 di atas menunjukan hasil uji FT-IR pada ekstrak daun ketapang. Pada grafik FT-IR didapatkan beberapa puncak serapan yaitu pada bilangan gelombang 3292 cm-1 yang menunjukan adanya gugus O-H, lalu pada bilangan gelombang 2918 cm-1 yang menunjukan gugus C-H, setelah itu pada bilangan gelombang 2852 cm-1 yang menunjukan gugus C-H, lalu pada bilangan gelombang 1615 yang menunjukan gugus C=C, dan pada bilangan gelombang 1314 cm-1 yang menunjukan gugus O-H. Pembacaan bilangan gelombang FT-IR tersebut didasarkan pada buku [13]. Adapun pada penelitian yang telah di lakukan oleh [4] menunjukan bahwa dengan gugus di atas mirip dengan gugus fungsi tanin dan flavonoid. . Flavonoid dan tanin adalah senyawa antioksidan yang dapat mengurangi laju korosi. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan apakah inhibitor dari daun ketapang dapat teradsorpsi pada permukaan logam dan memberikan perlindungan terhadap korosi.

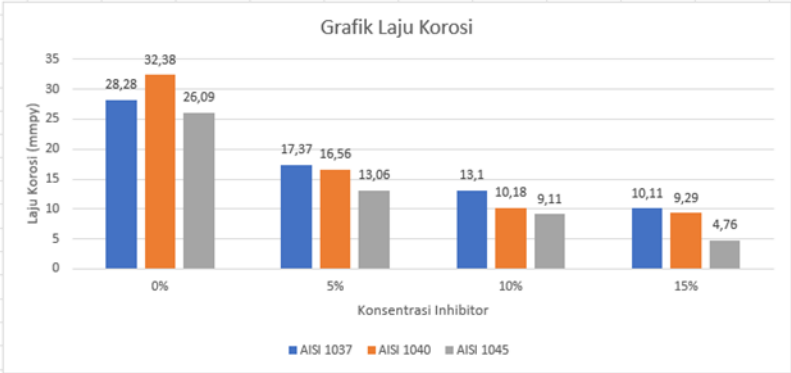
Hasil Uji Fitokimia

Pada Tabel 1, dapat di simpulkan bahwa ekstrak daun ketapang positif mengandung flavonoid, hal ini dibuktikan dengan cara menambahan pereaksi pada ekstrak daun ketapang, setelah itu terjadi perubahan warna pada sampel menjadi warna merah yang artinya sampel ekstrak daun ketapang positif mengandung flavonoid. Hal ini didukung oleh penelitian yang di lakukan [14] lalu data selanjutnya adalah ekstrak daun ketapang yang di teliti juga positif mengandung tanin, hal ini dibuktikan dengan cara menambahkan pereaksi pada sampel ekstrak daun ketapang, setelah itu sampel akan berubah warna menjadi coklat kehijauan, yang artinya pada sampel ekstrak daun ketapang positif mengandung tanin. Hal ini dapat didukung oleh penelitian yang di lakukan [14].

Tabel 1. Hasil uji fitokimia

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil (Terbentuknya)	Kesimpulan (+)/(-)
Flavonoid (C6-C3-C6)	Mg+ HCL $_{pekat}$ + Etanol	Warna merah	+
Tanin (C77H52O46)	$FeCL_3$ 1%	Coklat Kehijauan	+

Hasil Perihitungan Laju Korosi



Gambar 3. Grafik laju korosi

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa laju korosi pada baja AISI 1037 yang paling rendah di tunjukan pada perendaman dengan variasi inhibitor sebanyak 15% dengan nilai rata-rata 10,10 mmpy, Adapun pada baja AISI 1040 laju korosi yang paling rendah terdapat pada perendaman dengan variasi inhibitor 15% dengan nilai rata-rata 9,29 mmpy, Lalu baja AISI 1045 laju korosi yang paling rendah terdapat pada perendaman dengan variasi inhibitor 15% dengan nilai rata-rata 4,76 mmpy fenomena ini disebabkan karena penambahan inhibitor ekstrak daun ketapang yang mampu menahan atau memperlambat laju korosi pada baja yang di rendam.

Sementara itu laju korosi tertinggi pada baja AISI 1037 terjadi pada variasi tanpa inhibitor dengan nilai rata-rata 28,27 mmpy, Sementara itu laju korosi tertinggi pada baja AISI 1040 terjadi pada variasi tanpa inhibitor dengan nilai rata-rata 32,37 mmpy, Sementara itu laju korosi tertinggi pada baja AISI 1045 terjadi pada variasi tanpa inhibitor dengan nilai rata-rata 26,08 mmpy fenomena ini terjadi karena baja tidak terproteksi atau terlapisi oleh lapisan inhibitor.

Perhitungan Efesiensi Inhibitor

Pada Tabel 2, data bahwa nilai efesiensi inhibitor ekstrak daun ketapang tertinggi adalah konsentrasi inhibitor sebanyak 15%, hal ini disebabkan karena semakin banyak inhibitor yang ditambahkan maka semakin bagus juga pengendalian laju korosi terhadap baja karbon AISI 1037,1040, dan 1045, maka dari itu nilai efesiensi inhibitor ekstrak daun ketapang dengan konsentrasi 15% lebih besar dari nilai efesiensi inhibitor ekstrak daun ketapang dengan konsentrasi 10% dan 5%. Hal ini di dukung oleh penelitian yang di lakukan oleh [15] Yang menyatakan bahwa semakin banyak molekul inhibitor yang berhasil menempel pada permukaan baja, semakin efektif perlindungan yang diberikan terhadap proses korosi, hal ini berkontribusi signifikan dalam mengurangi laju kerusakan korosi pada material baja tersebut.

Tabel 2. Perhitungan efesiensi inhibitor

konsentrasi Inhibitor	Jenis Baja	Efesiensi Inhibitor
Menggunakan Inhibitor 5%	AISI 1037	38,55%
	AISI 1040	48,87%
	AISI 1045	49,96%
Menggunakan Inhibitor 10%	AISI 1037	53,69%
	AISI 1040	68,58%
	AISI 1045	65,06%
Menggunakan Inhibitor 15%	AISI 1037	64,27%
	AISI 1040	71,30%
	AISI 1045	81,74%

KESIMPULAN

Pada pengujian FT-IR terhadap ekstrak daun ketapang di dapatkan beberapa gugus fungsi yang diduga sebagai gugus fungsi tanin dan gugus fungsi flavonoid oleh karena itu, dilakukan pengujian fitokimia untuk memastikan gugus fungsi yang diduga sebagai tanin dan flavonoid tersebut. Adapun hasil fitokimia pada ekstrak daun ketapang positif mengandung tanin yang di tandai dengan perubahan warna coklat kehijauan pada ekstrak daun ketapang, dan juga positif mengandung flavonoid yang ditandai dengan perubahan warna merah pada ekstrak daun ketapang, adapun pada pengujian laju korosi pada baja karbon medium menunjukan laju korosi yang paling rendah di tunjukan pada baja karbon AISI 1045 dengan konsentrasi inhibitor 15% dengan nilai rata-rata 4,76 (mmpy) , lalu nilai laju korosi tertinggi di tunjukan pada baja karbon AISI 1040 tanpa inhibitor dengan nilai rata-rata 32,37 (mmpy). Maka semakin banyak inhibitor yang ditambahkan maka semakin rendah laju korosinya, lalu pada efesiensi inhibitor didapatkan efesiensi tertinggi inhibitor ditunjukan pada perendaman baja karbon AISI 1045 dengan konsentrasi inhibitor 15%, dengan nilai efesiensi mencapai 81,75%. Maka semakin banyak inhibitor yang di tambahkan semakin besar juga efesiensi inhibitornya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. M. Zulfatri, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, "Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Overall Resource Effectiveness (Ore) Pada Mesin Pl1250 Di Pt Xzy," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 123, 2020, doi: 10.24853/jisi.7.2.123-131.

[2] M. Ulum, "PARACETAMOL DAN WAKTU INHIBISI TERHADAP LAJU KOROSI DAN KETANGGUHAN BAJA AISI 1020 DALAM MEDIA AIR GARAM," 2023.

[3] K. A. Roni, E. Elfidiah, E. Yuliwati, and B. Marselia, "Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya (Carica Papaya L.) Terhadap Pengaruh Laju Korosi Pada Baja Karbon Dalam Larutan Air Laut," *J. Redoks*, vol. 7, no. 1, pp. 28–35, 2022, doi: 10.31851/redoks.v7i1.7005.

[4] Wahyuda, "Efektivitas Inhibitor Ektrak Daun Ketapang (Terminalia Catappa) Untuk Perlindungan Korosi Baja ASTM A36 Dalam Media H2SO4," 2021.

[5] A. M. Rizal and D. R. Sari, "Pengaruh Perlakuan Panas Dan Larutan Asam Clorida Terhadap Laju Korosi Alumunium 1100," 2021.

[6] R. Zainul, "KARAKTERISASI DAN INTERAKSI MOLEKULAR ASAM SULFAT," pp. 1–46, 2012.

[7] I. S. Dalimunthe, "Kimia dari Inhibitor Korosi," *J. Artic. Constr. Build. Mater.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2004.

[8] Y. M. Putra, "Pengaruh Komposisi Bio Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia Catappa) Pada Laju Korosi Baja Astm A36 Dalam Media Air Garam," 2021, [Online]. Available: http://repository.uir.ac.id/id/eprint/9080

[9] Sarosa, "BAB II Landasan Teori," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 8–24, 2017.

[10] N. P. L. . Laksmiani, N. M. P. . , Susanti, I. N. K. . . , Widjaja, and Rismayanti, "Pengembangan-Metode-Refluks-Untuk-Ekstra-0Aac0B88," *Sainstech Farma*, 2017.

[11] B. Fisika, C. Anam, and L. F. Atom, "Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR," *Berk. Fis.*, vol. 10, no. 2, pp. 79-85–85, 2007.

[12] A. Z. dan D. Yusri, "ANALISIS FITOKIMIA BAGIAN DAUN SAMBILOTO (Andrographis Paniculata) Oleh:," *J. Ilmu Pendidik.*, vol. 7, no. 2, pp. 809–820, 2020.

[13] B. . Mistry, *Spectroscopic Data*. 2009. doi: 10.1007/978-1-4757-1385-5.

[14] M. L. F. Kumalasari and F. Andiarna, "UJI FITOKIMIA EKSTRAK ETANOL DAUN KEMANGI (Ocimum basilicum L)," *Indones. J. Heal. Sci.*, vol. 4, no. 1, p. 39, 2020, doi: 10.24269/ijhs.v4i1.2279.

[15] D. U. Loveanda and D. Dahlan, "Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Tanin Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia Catappa L) sebagai Inhibitor dengan Metode Elektrodeposisi dan Pencelupan," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 3, pp. 288–295, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.3.288-295.2021.