

Tanin Dari Kulit Buah Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Inhibitor Organik untuk Mereduksi Laju Korosi Baja Karbon

Elfidiah^{a,*,}, Sri Martini^{a,}, Ummi Kalsum^a^a Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Palembang, Jl. Jenderal Ahmad Yani, 13 Ulu Kec. Ulu II, Kota Palembang, Sumatera Selatan, 30263, Palembang, Indonesia

INFO ARTIKEL**Riwayat Artikel:**

Diterima 14 Maret 2025

Diterima setelah direvisi 26 Mei 2025

Disetujui 26 Mei 2025

Kata kunci:

Tanin

Durian

Corrosion

Abstract-Corrosion is a form of metal degradation that cannot be completely prevented; however, its rate can be reduced through various methods. One effective approach is the use of corrosion inhibitors. The use of natural materials as corrosion inhibitors is a promising alternative due to their low cost and environmentally friendly nature. Effective natural inhibitors typically contain atoms such as nitrogen (N), oxygen (O), phosphorus (P), and sulfur (S), as well as compounds with lone pair electrons, such as polyphenols. One potential source of natural polyphenols is tannin, which is found in the peel of durian fruit. This study was conducted at the Materials Design and Testing Laboratory, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Muhammadiyah Palembang. Microstructure observations were carried out at the Chemistry Laboratory of the same faculty. Carbon steel specimens were used with varying concentrations of durian peel extract: 0 ppm, 1000 ppm, 1200 ppm, and 1400 ppm. The results showed that the highest average corrosion rate occurred at 0 ppm with a value of 6.1213 mdd (milligrams per decimeter squared per day). A significant reduction was observed at 1000 ppm with a corrosion rate of 2.3404 mdd. At 1200 ppm and 1400 ppm, the corrosion rates were 2.8409 mdd and 3.5074 mdd, respectively. The highest inhibition efficiency was recorded at 1000 ppm after 30 days of immersion, reaching 78.98%. After 40 days of immersion, the efficiencies were 72.08% at 1200 ppm and 65.81% at 1400 ppm. In conclusion, the variation in durian peel extract concentration significantly affects the corrosion rate of carbon steel, with the optimum inhibition efficiency observed at a concentration of 1000 ppm.

Intisari- Korosi merupakan suatu bentuk kerusakan yang terjadi pada logam dan tidak dapat dicegah namun, korosi dapat diperlambat. Salah satu metode untuk memperlambat terjadinya korosi adalah dengan cara pemberian inhibitor. Pemilihan bahan alam sebagai inhibitor korosi merupakan salah satu alternatif yang dapat dikembangkan karena biaya yang relatif murah serta ramah lingkungan. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor adalah bahan yang mengandung atom N, O, P, S, dan senyawa-senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas pada atom penyusunnya. Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor alami adalah polifenol, yaitu senyawa yang banyak terdapat didalam tanin kulit buah durian. Pembuatan spesimen uji dilakukan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Sedangkan pengamatan struktur mikro dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Variabel yang digunakan adalah variasi konsentrasi ekstrak kulit buah durian 0 ppm, 1000 ppm, 1200 ppm, 1400 ppm. Korosi rata-rata pada konsentrasi 0 ppm adalah 6,1213 mdd, 1000 ppm adalah 2,3404 mdd, 1200 ppm adalah 2,8409 mdd, dan 1400 ppm adalah 3,5074 mdd. Dengan efisiensi inhibitor terbesar yaitu setelah perendaman selama 30 hari pada konsentrasi 1000 ppm adalah 78,98%, dan pada 40 hari konsentrasi 1200 ppm adalah 72,08%, dan 1400 ppm adalah 65,81%. Variasi konsentrasi ekstrak kulit buah durian berpengaruh terhadap laju korosi baja karbon.

1. Pendahuluan

Logam terutama baja banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Material baja adalah salah satu material yang sangat penting dalam kemajuan teknologi dan industri dikarenakan baja memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan penerapannya, akan tetapi dalam kenyataannya, banyak

faktor yang menyebabkan daya guna baja ini menurun. Salah satu penyebab hal tersebut adalah terjadinya korosi pada baja [1].

Menurut NACE (*National Association of Corrosion Engineer*) korosi merupakan proses atau reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung spontan, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali [2]. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses kerusakannya.

* Corresponding Author:

E-mail: gemaelfidiah@yahoo.com (Elfidiah)

Sedangkan menurut SSPC (*Society for Protective Coatings*) Korosi pada logam dan sejenisnya menimbulkan kerugian yang tidak sedikit, kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi dengan demikian korosi diartikan juga sebagai kerusakan atau keausan dari material akibat terjadinya reaksi dengan lingkungan yang didukung oleh faktor-faktor tertentu seperti lingkungan asam serta adanya unsur yang memiliki sifat korosif seperti sulfat, nitrit dan klorida [3].

Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi, salah satunya dengan pemakaian inhibitor. Inhibitor terbagi dua yaitu inhibitor anorganik dan inhibitor organik [4]. Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya [5]. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik [6].

Inhibitor dari ekstrak bahan alam adalah solusinya karena aman, mudah didapatkan, bersifat biodegradable, biaya murah, dan ramah lingkungan. Ekstrak bahan alam khususnya senyawa yang mengandung tanin dan atom N, O, P, S, atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas [7]. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks dengan logam. Efektivitas ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi tidak terlepas dari kandungan nitrogen yang terdapat dalam senyawa kimianya [8]. Salah satu jenis tumbuhan yang mengandung tanin adalah buah Durian (*Durio Zibethinus Murr*) yang terletak pada bagian kulitnya. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi. Polifenol merupakan senyawa turunan fenol yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Fungsi polifenol dapat sebagai penangkap dan pengikat radikal bebas dari rusaknya ion-ion logam. Tanin memiliki sifat antara lain dapat larut dalam air atau alkohol karena tanin banyak mengandung fenol yang memiliki gugus OH, yang dapat mengikat logam berat [9].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yuli, A.N. (2012) yang berjudul Penentuan Efisiensi Inhibisi Reaksi Korosi baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Durian (*Durio Zibethinus Murr*). Pada penelitian ini digunakan variasi media korosif air laut, air hujan, dan asam sulfat sebesar 1 M pada konsentrasi 0, 600, 800, 1000 ppm. Dan didapatkan laju reaksi korosi baja tanpa penambahan inhibitor pada media korosif air laut sebesar 0,0387mg/cm²jam, pada media korosif air hujan sebesar 0,0235 mg/cm²jam dan pada media korosif asam sulfat 1 M sebesar 1,3692 mg/cm²jam. Laju reaksi korosi dengan adanya ekstrak kulit buah durian dalam air laut, air hujan maupun asam sulfat menurun jika dibandingkan dengan tanpa penambahan ekstrak. Hal ini disebabkan karena adanya senyawa tanin yang ada dalam ekstrak yang dapat membentuk senyawa kompleks di permukaan logam. sehingga laju reaksi korosi akan menurun. Laju reaksi korosi tertinggi mencapai 1,19 mg/cm²jam pada media korosif asam sulfat dengan konsentrasi inhibitor 600 ppm, dan laju reaksi korosi terendah mencapai 0,000181 mg/cm²jam pada media korosif air hujan dengan konsentrasi inhibitor 800 ppm. dalam media korosif air laut pada konsentrasi inhibitor 800 ppm dan air hujan pada konsentrasi inhibitor 1000ppm. Efisiensi inhibisi pada media korosif air laut dapat mencapai 96,72% pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm, efisiensi inhibisi

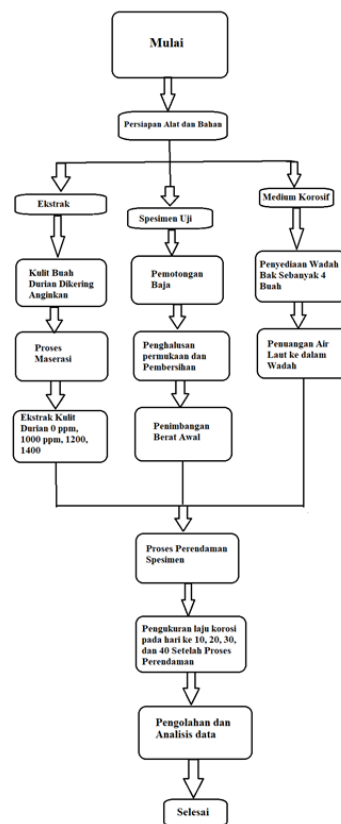
pada media korosif air hujan dapat mencapai 99,22% pada konsentrasi inhibitor 800 ppm, efisiensi inhibisi pada media korosif asam sulfat dapat mencapai 57,78% pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm. Efisiensi inhibisi tertinggi yang dihasilkan adalah pada media korosif air hujan dengan konsentrasi inhibitor 800 ppm [10].

Dari penelitian yang sudah dilakukan dan kerugian yang ditimbulkan akibat korsi yang terjadi pada baja karbon, maka disinimakan dilakukan penelitian laju korosi pada baja karbon dengan inhibitor ekstrak kulit buah durian dengan media air laut. Guna mencegah bahaya yang akan timbul akibat korosi dan mengurangi besarnya biaya yang ditimbulkan akibat terjadinya korosi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak kulit buah durian terhadap laju korosi baja serta mengetahui perbandingan laju korosi pada pemberian ekstrak kulit buah durian dengan dan tanpa pemberian ekstrak kulit buah durian.

2. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode eksperimental adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan yang dilakukan pada objek yang diteliti dengan membandingkannya dengan tanpa adanya perlakuan. Metode eksperimental yang dilakukan adalah dengan menambahkan ekstrak inhibitor kulit buah durian dengan berbagai konsentrasi pada spesimen uji yaitu baja yang direndam dalam larutan korosif.



Gambar 1. Blok Diagram Alir

Cara kerja alur blok diagram alir :

1. Persiapan alat
2. Persiapan dan pembuatan spesimen uji
3. Pembuatan ekstrak kulit buah durian. Proses pembuatan ekstrak yaitu dengan cara maserasi. Maserasi adalah salah satu jenis metoda ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin, jadi pada metoda ini pelarut dan sampel tidak mengalami pemanasan.
4. Pengkorosian material
5. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan pada saat melakukan penelitian. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan pemberian persentase ekstraksi inhibitor pada medium korosif.

3. Hasil dan Pembahasan

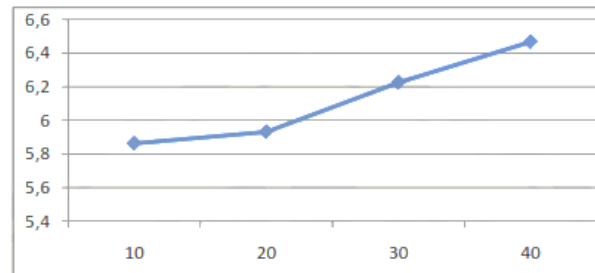
3.1. Mekanisme Inhibitor

Adanya inhibitor pada permukaan baja akibat adanya adsorpsi. Adsorpsi muncul adanya gaya adhesi antara inhibitor dan permukaan baja. Adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan baja akan menghasilkan semacam lapisan tipis (*film*) pada permukaan baja, melalui pengaruh lingkungan menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi.

Sesuai dengan mekanisme proteksi yang telah dijelaskan bahwa ekstrak kulit buah durian merupakan senyawa yang mengandung tanin, kulit durian mengandung air 5,87%, abu 2,17%, lemak 6,45%, protein 3,02%, gula 2,10%, karbohidrat 68,50%, tanin 13,98%, antosianin 5,7-6,2 mg/g, xanton 0,7-34,9 mg/g dan total fenol 50,5-154,6 mg/g. Dalam mekanisme proteksi penghambatan laju korosi yang berperan adalah senyawa tanin. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi. Polifenol merupakan senyawa turunan fenol yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Fungsi polifenol dapat sebagai penangkap dan pengikat radikal bebas dari rusaknya ion-ion logam. Tanin memiliki sifat antara lain dapat larut dalam air atau alkohol karena tanin banyak mengandung fenol yang memiliki gugus OH. Proses inhibisi ini terjadi akibat molekul-molekul tanin yang teradsorpsi pada permukaan besi dan membentuk selaput pelindung di permukaan logam. Selaput pelindung yang terbentuk merupakan selaput tipis yang tidak dapat dilihat secara langsung. Gugus fungsi yang berperan dalam interaksi antar molekul-molekul tanin dan permukaan besi membentuk selaput pelindung adalah gugus hidroksil. Hal ini disebabkan molekul tanin banyak mengandung gugus hidroksil yang kaya dengan pasangan elektron bebas, sehingga tanin dapat menyumbangkan elektron bebas membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan logam besi. Hal ini didukung oleh fakta bahwa semakin banyak tanin yang teradsorpsi, semakin besar daya inhibisinya, sehingga laju korosi semakin berkurang.

3.2. Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 0 ppm

Konsentrasi 0 ppm inhibitor ekstrak kulit buah durian ini adalah konsentrasi yang dijadikan pembandingan variasi konsentrasi yang lain. Pengaruh konsentrasi 0 ppm ekstrak kulit buah durian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Laju Korosi Pada Konsentrasi 0ppm

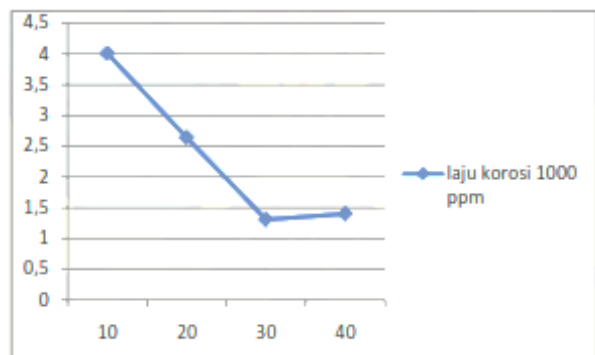
Konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah durian 0 ppm menunjukkan perubahan laju korosi sesuai dengan penambahan waktu perendaman. Pada awal perendaman yaitu perendaman yang dilakukan selama 10 hari, laju korosi yang terjadi adalah 5,8621 mdd. Hal ini terjadi karena reaksi reduksi oksidasi yang menyebabkan korosi pada permukaan logam. Walaupun secara kasat mata belum terbentuk produk korosi, tetapi reaksi korosi telah terjadi dengan adanya pengurangan berat spesimen setelah perendaman. Gambar 2 menunjukkan grafik adanya kenaikan laju korosi pada konsentrasi 0 ppm. Pada data hasil penelitian, laju korosi tertinggi pada spesimen yang direndam selama 40 hari yaitu 6,4674 mdd. Laju korosi terendah yaitu pada saat spesimen dilakukan perendaman selama 10 hari dengan laju korosi 5,8621 mdd. Menurut Yanuar dkk. (2016) laju korosi pada perendaman 6 hari lebih besar dari pada perendaman 3 hari, ini dikarenakan semakin lama perendaman, semakin besar juga ion yang teroksidasi, sehingga mengakibatkan laju korosinya besar [11].



Gambar 3. Spesimen Hasil Pengujian Kulit Durian

3.3. Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 1000 ppm

Variasi konsentrasi yang kedua adalah pada konsentrasi 1000 ppm. Data hasil penelitian laju korosi untuk konsentrasi 1000 ppm ditunjukkan pada data hasil penelitian di atas dan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Laju Korosi Pada Konsentrasi 1000ppm

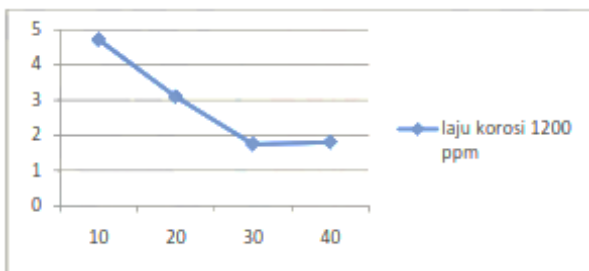
Pada data Gambar 4 menunjukkan perubahan laju korosi Baja Karbon antara perendaman inhibitor ekstrak kulit buah durian konsentrasi 0 ppm dengan konsentrasi 1000 ppm. Pada awal perendaman, laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 1000 ppm sebesar 4,0100 mdd bila dibandingkan dengan laju korosi pada konsentrasi 0 ppm yang terjadi sebesar 5,8621 mdd terjadi penurunan laju korosi yang signifikan.

Kurva pada gambar diatas menunjukan bahwa laju korosi pada konsentrasi 1000 ppm lebih kecil dibandingkan dengan laju korosi 0 ppm. Penurunan laju korosi yang cukup signifikan terjadi pada saat spesimen direndam selama 30 hari yaitu sebesar 1,3080 mdd.

Pada penelitian tentang pengaruh variasi konsentrasi inhibitor tapioka terhadap laju korosi dan perilaku aktif pasif stainless stell AISI 304 diperoleh hasil bahwa pada konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi. Kemampuan absorpsi dari inhibitor pada spesimen akan cenderung lebih cepat. Hal ini menghasilkan penurunan laju korosi yang lebih cepat hingga mencapai suatu titik tertentu [12].

3.4. Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 1200ppm

Pada perendaman selama 10 hari diketahui laju korosi yang terjadi sebesar 4,7178 mdd dan terjadi penurunan laju korosi juga pada hari ke 20 menjadi 3,0948 mdd. Penurunan laju korosi terus terjadi hingga hari ke 30 menjadi 1,7460 mdd dan pada perendaman 30 hari terjadi penurunan laju korosi yang tinggi. Tetapi pada hari ke 40 mengalami peningkatan laju korosi menjadi 1,8053 mdd. Pada konsentrasi ekstrak kulit buah durian konsentrasi 1200 ppm menunjukan adanya pengurangan laju korosi jika dibandingkan dengan konsentrasi 0 ppm, tetapi jika dibandingkan dengan variasi konsentrasi 1000 ppm, laju korosi pada variasi konsentrasi 1200 ppm mengalami peningkatan.

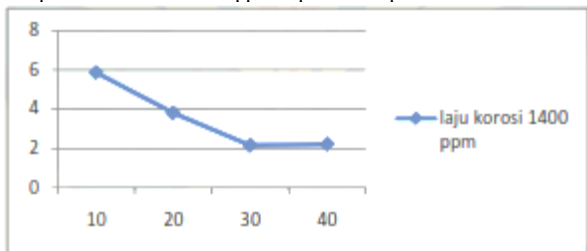


Gambar 5. Grafik Laju Korosi Pada Konsentrasi 1200ppm

Pada gambar terlihat bahwa pada hari ke 30 merupakan titik terendah laju korosi yang terjadi selama 40 hari perendaman, hal ini sama dengan grafik laju korosi pada konsentrasi 1000 ppm. Perubahan pola laju korosi ini mengindikasikan adanya pengaruh yang terjadi pada perilaku korosi spesimen dengan waktu perendaman pada konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah durian. Pada perendaman hari ke 0 hingga hari ke 10 terjadi proses adsorpsi inhibitor pada permukaan logam, hal ini akan membentuk lapisan tipis inhibitor dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor.

3.5. Analisis Laju Korosi pada Konsentrasi 1400ppm

Variasi konsentrasi yang keempat adalah ekstrak kulit buah durian sebesar 1400 ppm. Pengaruh konsentrasi 1400 ppm ekstrak kulit buah durian dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Data hasil penelitian laju korosi pada konsentrasi 1400 ppm dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Laju Korosi Pada Konsentrasi 1400ppm

Laju korosi yang terjadi pada perendaman selama 10 hari konsentrasi 1400 ppm sebesar 5,8584 mdd. Terjadi penurunan laju korosi pada hari ke 20 menjadi 3,8067 mdd Tetapi pada hari ke 30 mengalami penurunan laju korosi yang drastis menjadi 2,1535mdd. dan pada hari ke 40 mengalami

peningkatan laju korosi kembali menjadi 2,1111 mdd. Dari hasil perhitungan laju korosi pada konsentrasi 1400 ppm apabila dibandingkan dengan konsentrasi 1000 ppm dan 1200 ppm terlihat terjadi peningkatan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan inhibitor mempunyai jumlah optimum tertentu yang apabila dilakukan penambahan akan terjadi peningkatan laju korosi, bukan menurunkan laju korosi dari batas jumlah konsentrasi yang optimum.

Pada gambar terlihat bahwa hasil dari perendaman spesimen selama 30 terjadi penurunan laju korosi yang sangat tinggi, hal ini merupakan titik optimum proteksi dari lapisan tipis ekstrak kulit buah durian. Sedangkan pada hari ke 40 terjadi proses desorpsi, dimana terjadi pelepasan molekul-molekul proteksi lapisan tipis inhibitor kembali ke lingkungan sehingga laju korosi kembali meningkat.

Menurut Nasution dkk. (2011) meningkatnya laju korosi pada penambahan kafeina 50 dan 100 ppm dapat terjadi karena penambahan konsentrasi kafeina sebagai inhibitor korosi tidak tepat. Sebab bila jumlah inhibitor kafeina yang ditambahkan ke dalam media air laut tidak tepat, akan menyebabkan pembentukan lapisan pelindung yang tidak merata pada permukaan spesiman baja [8]. Tidak tepatnya penambahan inhibitor kafeina ke dalam media korosi juga akan meningkatkan laju korosi yang justru akan memperparah kerusakan logam.

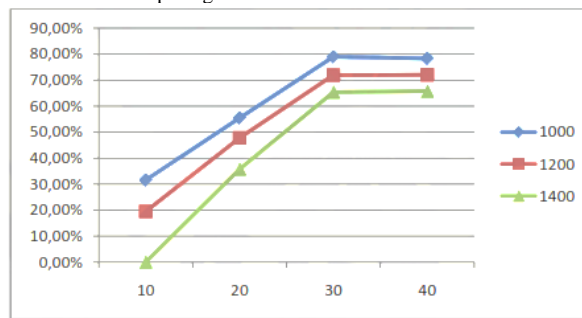
3.6. Analisis Efisiensi Inhibitor Ekstrak Kulit Durian

Analisis efisiensi inhibitor ini diperlukan untuk mentukan inhibitor dengan konsentrasi berapa yang efektif digunakan untuk perlindungan korosi. Data tentang efisiensi 40 hari perendaman dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Efisiensi Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Durian

Waktu (Hari)	Efisiensi Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Durian		
	1000ppm	1200ppm	1400ppm
10	31.59%	19.52%	0.06%
20	55.46%	47.81%	35.81%
30	78.98%	71.95%	65.40%
40	78.32%	72.08%	65.81%

Sedangkan grafik yang menjelaskan tentang pengaruh variasi konsentrasi ekstrak kulit buah durian terhadap efisiensi inhibitor serta waktu perendaman berada pada gambar di bawah ini:



Gambar 7. Grafik Efisiensi Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Durian

Dari tabel di atas efisiensi inhibitor paling baik adalah efisiensi inhibitor dengan konsentrasi 1000 ppm pada hari ke 30 yaitu sebesar 78,98%. Pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm, 1200 ppm, 1400 ppm pada hari ke 10, 20, 30, 40 telah terbentuk film tipis akibat adsorpsi molekul ekstrak kulit buah durian pada permukaan baja.

Sedangkan pada konsentrasi 1200 ppm dan 1400 ppm, efisiensi inhibitor mengalami penurunan dibandingkan dengan konsentrasi 1000 ppm, ketidak mampuan konsentrasi ini dalam melindungi logam dari serangan korosi kemungkinan disebabkan terserapnya senyawa kompleks yang menyelubungi permukaan besi telah penuh, yang terjadi justru sebaliknya yaitu terjadinya desorpsi. Kemungkinan kedua adalah permukaan logam

yang kotor, menyebabkan terdapatnya kerak yang menyebabkan terjadinya korosi baru sehingga menurunkan reaktivitas ekstrak kulit buah durian. Hal ini menyebabkan bahwa penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah durian sebesar 1200 ppm dan 1400 ppm menjadi kurang efektif.

4. Simpulan

Konsentrasi inhibitor pada jumlah tertentu akan menurunkan laju korosi dengan optimum yaitu pada konsentrasi ekstrak kulit buah durian 1000 ppm, namun jika jumlah konsentrasi ekstrak kulit buah durian ditambah maka laju korosi akan meningkat yaitu terjadi pada konsentrasi 1200 ppm, dan 1400 ppm.

Efisiensi inhibitor ekstrak kulit buah durian terbesar terdapat pada konsentrasi 100 ppm sebesar 78,98%, dan pada konsentrasi 1200 ppm sebesar 72,08%, dan pada konsentrasi 1400 ppm sebesar 65,81%. Pada foto makro dan mikro terdapat bentuk bercak kehitaman. Senyawa inilah yang nantinya akan membentuk filming corrosion inhibitor yang akan melindungi permukaan baja karbon terhadap serangan korosi.

Referensi

- [1] Anwar, B., 2009. *Pengamatan Struktur Mikro pada Korosi Antar Butir dari Material Baja Tahan Karat Austenitik Setelah Mengalami Proses Pemanasan*. Yogyakarta.
- [2] Arif, R.H., 2012. *Analisa Korosi Atmosfer Pada Baja Karbon-Sedang di Kota Semarang*. Semarang.
- [3] Asdim, 2007. *Penentuan Efisiensi Inhibisi Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana) Pada Reaksi Korosi Baja Larutan Asam*. Bengkulu.
- [4] Aziz, A.K., 2012. *Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka Terhadap Tingkat Laju Korosi pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut*. Yogyakarta.
- [5] Yonna, L., 2012. *Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Teh (Camelia Sinensis) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B erw*. Vol. 1. Sumatera barat.
- [6] Rosita, D.H., 2010. *Studi Inhibisi Baja Austenitik 304 Dalam Media NaCl 3% Dengan Menggunakan Inhibitor Asam-asam Lemak Hasil Hidrolisis Minyak Biji Kapuk*. Tugas Akhir Program Sarjana. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [7] Harborne, J.B., 2014. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Mode Menganalisis Tumbuhan*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Terbitan Kedua. Penerbit ITB. Bandung
- [8] Nasution, Y.R.A, Hermawan, S, Hasibuan, R. 2012. *Penentuan Efisiensi Inhibisi Reaksi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia Mangostana L)*, Jurnal Teknik Kimia USU Vol. 1, No. 2, Medan
- [9] Turnip, L.B, Handani, S., Mulyadi, S., 2015. *Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Manggis Terhadap Penurunan Laju Korosi Baja ST-37*. Jurnal Fisika Unand Vol. 4, No. 2, April 2015, Padang
- [10] Yuli, A, N., 2012. *Penentuan Efisiensi Inhibisi Reaksi Korosi Baja dengan Ekstrak Kulit Buah manggis*. Vol. 1. Bengkulu.
- [11] Yanuar, A.P., Pratikno, H., Titah, H.S., 2016. *Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan*. Jurnal Teknik Vol. 5, No. 2, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [12] Ardly, H.S., Hernawan, I., dan Tanuwira, U.H., 2012. *Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Manggis (Garcinia mangostana L.) pada Ampas Tahu terhadap Kadar NH₃ dan VFA Cairan Rumen (In Vitro)*, Vol.1, No.1, Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran