ISSN 2075-9083 (Print)
ISSN 2075-9075 (Onlline)

JURNAL TEKNIK KIMIA VOKASIONAL

Vol. 6, No. 1, Maret 2026, hal. 1-9
doi: 10.46964/jimsi.v5i1.1878

PROTEKSI KOROSI PADA BAJA ASTM A53 DENGAN INHIBITOR EKSTRAK DAUN RAMBUTAN DENGAN BLENDING $NaNO_2$ DALAM MEDIA GARAM DAPUR (NaCl) 3,5%

Damianus Samosir[1,*)], Kartini Sitohang[2)], Nadya Limbong[3)], Ahmad Rijal[4)], dan Maulana Ardian Fachrezy[5)]

[1)] Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia
[2,3,4,5)] Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

[*)] Email : arijal571@gmail.com

(Received : 01-03-2026; Revised: 25-03-2026; Accepted: 30-03-2026)

Abstrak

Daun rambutan (*Nephelium lappaceum*) mengandung senyawa tanin yang berpotensi dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi ramah lingkungan. Inhibitor korosi merupakan zat yang ditambahkan ke dalam suatu lingkungan untuk menurunkan laju korosi pada logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun rambutan dan inhibitor *blending* ekstrak daun rambutan natrium nitrit ($NaNO_2$) terhadap laju korosi baja ASTM A53 dalam media Garam dapur 3,5%. Pengujian dilakukan menggunakan metode *weight loss*. Ekstrak daun rambutan diperoleh melalui metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 5 hari. Inhibitor ditambahkan dengan variasi konsentrasi 0, 150, 300, 450, 600, 750, 900, dan 1050 ppm dengan perbandingan blending 1:1. Spesimen baja ASTM A53 direndam selama 7 hari. Analisis yang dilakukan meliputi laju korosi, efisiensi inhibisi, foto makro, SEM, dan XRF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baja tanpa inhibitor memiliki laju korosi sebesar 5,82 mpy. Inhibitor ekstrak daun rambutan memberikan laju korosi terendah sebesar 0,18 mpy pada konsentrasi 150 ppm dengan efisiensi inhibisi 96,88%. Sementara itu, inhibitor *blending* menghasilkan laju korosi terendah sebesar 0,31 mpy pada konsentrasi 150 ppm dengan efisiensi 94,64%. Hasil SEM menunjukkan penurunan tingkat kerusakan permukaan baja setelah penambahan inhibitor

Kata kunci: baja ASTM A53, *blending*, ekstrak daun rambutan, inhibitor korosi, NaCl 3,5%

Abstract

Rambutan leaves (Nephelium lappaceum) contain tannin compounds that can be utilized as environmentally friendly corrosion inhibitors. Corrosion inhibitors are substances added to a corrosive environment to reduce the corrosion rate of metals. This study aims to investigate the effect of rambutan leaf extract inhibitor concentration and blended inhibitors consisting of rambutan leaf extract and sodium nitrite ($NaNO_2$) on the corrosion rate of ASTM A53 steel in a 3.5% NaCl medium. Corrosion rate measurements were conducted using the weight loss method. Rambutan leaf extract was prepared through maceration using 96% ethanol for five days. The inhibitors were applied at concentrations of 0, 150, 300, 450, 600, 750, 900, and 1050 ppm with a 1:1 blending ratio. ASTM A53 steel specimens were immersed for seven days. The analyses included corrosion rate, inhibition efficiency, macro photography, SEM, and XRF. The results showed that uninhibited steel exhibited a corrosion rate of 5.82 mpy. The lowest corrosion rate for rambutan leaf extract was 0.18 mpy at 150 ppm with an inhibition efficiency of 96.88%. Meanwhile, the blended inhibitor achieved the lowest corrosion rate of 0.31 mpy at 150 ppm with an inhibition efficiency of 94.64%. SEM analysis confirmed reduced surface damage after inhibitor application.

Keywords: *ASTM A53 steel, blending, corrosion inhibitor, rambutan leaf extract, 3.5% NaCl*

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

PENDAHULUAN

Rambutan merupakan salah satu komoditas hortikultura yang dibudidayakan di Kalimantan Timur melalui uji pelapisan Fitokimia yang dilakukan oleh Hidayati & Sayakti, (2025) menunjukkan bahwa ekstrak daun rambutan mengandung senyawa fenol sebesar 43,76%, flavonoid 8,14%, dan tanin total sekitar 6,25%. Tanin berperan sebagai inhibitor korosi alami karena mampu berinteraksi dengan ion logam dan teradsorpsi pada permukaan logam membentuk lapisan pelindung akibat keberadaan gugus hidroksi (–OH)(Rochmat dkk., 2019).

Inhibitor korosi merupakan zat yang dapat menurunkan laju korosi ketika ditambahkan ke dalam suatu lingkungan (Bustami, 2018). Inhibitor dibedakan menjadi anorganik dan organik, di mana inhibitor organik yang berasal dari ekstrak tanaman dinilai lebih ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan inhibitor anorganik sintetis (Khademi dkk., 2024). Baja banyak digunakan dalam industri karena sifat mekaniknya yang baik dan harga yang relatif murah, namun memiliki kerentanan tinggi terhadap korosi pada lingkungan korosif (Akrom, 2022). Baja ASTM A53 merupakan material yang umum digunakan dalam industri minyak dan gas, khususnya sebagai pipa dan struktur lepas pantai. Paparan air laut menyebabkan baja ini rentan terhadap korosi, sehingga diperlukan sistem perlindungan korosi yang efektif, termasuk penggunaan inhibitor(Septianissa & Chandrasari, 2024).

Penelitian yang dilakukan Akbar., (2021) menggunakan ekstrak daun rambutan sebagai inhibitor korosi pada plat besi dalam media air laut. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96%, dengan variasi konsentrasi 0, 50, 100, dan 150 ppm serta waktu perendaman 3, 6, 9, 12, dan 15 hari. Hasil uji *weight loss* menunjukkan efisiensi inhibisi meningkat dari sekitar 11% hingga 96% pada konsentrasi 150 ppm setelah 15 hari perendaman. Penelitian yang lain juga dilakukan oleh Wardani dkk., (2023) menggunakan ekstrak daun pepaya dan getah pepaya sebagai inhibitor pada baja ASTM A53 dalam air laut dengan variasi konsentrasi 0, 200, 400, 600, dan 800 ppm. Konsentrasi optimum diperoleh pada 800 ppm, dengan laju korosi masing-masing 0,5047 mm/tahun dan 0,4509 mm/tahun, serta efisiensi inhibisi 11,64% dan 20,82%.

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas ekstrak daun rambutan sebagai inhibitor korosi pada baja ASTM A53 dalam larutan NaCl 3,5%, baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan $NaNO_2$, dengan variasi konsentrasi untuk menentukan konsentrasi optimum, menggunakan metode *weight loss* selama 7 hari, analisis SEM, dan pengujian kandungan tanin.

METODOLOGI

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi neraca analitik, peralatan gelas, *hot plate*, *rotary vacuum evaporator*, alat maserasi, blender, serta kertas amplas dengan ukuran 600, 800, dan 1000. Bahan yang digunakan terdiri atas Daun Rambutan, plat baja ASTM A53, larutan NaCl 3,5%, $NaNO_2$, HCl pekat, aseton, etanol 96%, serta larutan $FeCl_3$ 10%.

Ekstrak Daun Rambutan

Memotong daun rambutan menjadi bagian kecil sekitar 1-2 mm kemudian mengeringkan di bawah matahari tetapi tidak terkena suhu yang terlalu panas. Daun rambutan yang sudah kering diblender hingga menjadi serbuk setelah itu serbuk daun rambutan sebanyak 2000 gram dimaserasi dengan 6 liter etanol 96%. Melakukan perendaman selama 120 jam. Memisahkan maserat kemudian menguapkan pelarut dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada temperature 40°C hingga memperoleh ekstrak cair setelah itu memekatkan ekstak cair menggunakan *hot plate* dengan suhu 40°C.

Pengujian Kandungan Tanin

Pengujian kandungan tanin dilakukan secara kualitatif dengan menambahkan 2-3 tetes larutan $FeCl_3$ 10% ke dalam ekstrak daun rambutan. Senyawa tanin membentuk lapisan pasif pelindung lapisan ini kontak langsung antara logam dan lingkungan korosif serta memperlambat reaksi elektrokimia anodik dan katodik sehingga menurunkan laju korosi dan meningkatkan efisiensi inhibisi Holla dkk., (2024) Perubahan warna menjadi hitam kehijauan menunjukkan adanya senyawa tanin dalam ekstrak (Ramadan, 2020).

Bahan Uji Baja ASTM A53

Logam uji berupa baja ASTM A53 dipotong dalam bentuk pelat dengan dimensi panjang 6 cm, lebar 3 cm, tinggi 0,7 cm dan diameter 0,7 cm. Permukaan plat kemudian dibersihkan dan diamplas menggunakan kertas amplas dengan ukuran 600, 800, dan 1000 mesh untuk menghilangkan karat serta kotoran permukaan. Setelah proses pembersihan, pelat baja dikeringkan dan ditimbang untuk memperoleh massa awal sebelum pengujian.

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

Pengujian Weight Loss

Uji korosi dilakukan dengan metode weight loss, di mana plat baja direndam ke dalam larutan NaCl 3,5% dengan berbagai konsentrasi inhibitor, yaitu 0 ppm, 150 ppm, 300 ppm, 450 ppm, 600 ppm, 750 ppm, 900 ppm dan 1050 ppm. Inhibitor yang digunakan terdiri dari ekstrak Daun rambutan dan campuran dengan $NaNO_2$. Proses perendaman berlangsung selama 7 hari dalam kondisi tertutup pada suhu ruang, dan dilakukan pengamatan visual serta dokumentasi foto makro setiap 2 hari. Setelah 7 hari, pelat baja dikeluarkan, dibersihkan dengan aquadest dan aseton, dikeringkan, lalu diamplash menggunakan 1000 mesh untuk menghilangkan karat yang menempel setelah itu plat ditimbang untuk mendapatkan berat akhir. Selisih antara berat awal dan akhir digunakan untuk menghitung laju korosi menggunakan rumus standar ASTM G31-72. Efisiensi inhibitor juga dihitung berdasarkan perbandingan laju korosi tanpa dan dengan inhibitor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proteksi laju korosi dengan variasi konsentrasi inhibitor dari ekstrak daun rambutan dan blending natrium nitrit pada baja ASTM A53 dalam media NaCl 3,5% pada penelitian ini diperoleh data mengenai pengaruh variasi konsentrasi inhibitor berbasis ekstrak daun rambutan serta formulasi *blending*-nya dengan natrium nitrit terhadap penurunan laju korosi baja ASTM A53 dalam medium NaCl 3,5%. Analisis dilakukan melalui perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibisi, disertai evaluasi morfologi permukaan menggunakan pengamatan foto makro dan karakterisasi SEM (Scanning Electron Microscope). Seluruh prosedur pengujian mengikuti metode *weight loss* berdasarkan standar ASTM G31-72, dengan acuan metodologi dari Maulidi dkk., (2022) untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh mengenai mekanisme kerja inhibitor serta efektivitasnya dalam menghambat korosi.

a. Laju Korosi Tanpa Inhibitor

Pengujian laju korosi tanpa penambahan inhibitor dilakukan sebagai sampel kontrol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju korosi baja ASTM A53 dalam media larutan NaCl 3,5% tanpa inhibitor sebesar 5,82 mpy. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa lingkungan NaCl 3,5% bersifat agresif dan mampu mempercepat terjadinya korosi melalui mekanisme elektrokimia. Tidak adanya lapisan pelindung pada permukaan logam menyebabkan ion klorida mudah berinteraksi dengan permukaan baja sehingga mempercepat proses degradasi material.

b. Pengaruh Konsetrasi Ekstrak Daun Rambutan Terhadap Laju Korosi

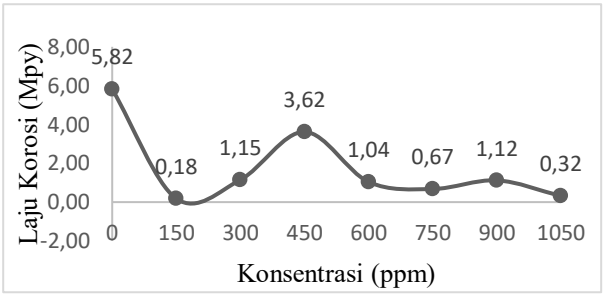
Berdasarkan data pada Gambar 1, ekstrak Daun Rambutan menunjukkan kinerja inhibisi yang bervariasi terhadap laju korosi baja ASTM A53 dalam media NaCl 3,5%. Menurut (Amiery dkk., 2022) semakin tinggi konsentrasi inhibitor maka efisiensi inhibisinya akan meningkat dan laju korosi akan semakin menurun. Namun, hasil penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 1 tidak sepenuhnya mengikuti teori tersebut. Peningkatan konsentrasi inhibitor ekstrak daun rambutan menunjukkan pola yang tidak linier, sehingga hubungan antara konsentrasi dan efektivitas inhibisi menjadi lebih kompleks. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan inhibitor dalam jumlah berlebih tidak selalu memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap korosi. Berdasarkan data pada Gambar 1 ekstrak daun rambutan menunjukkan kemampuan yang berbeda-beda dalam menghambat korosi pada baja ASTM A53 di larutan NaCl 3,5%. Terlihat bahwa sampel tanpa inhibitor mengalami laju korosi tinggi karena permukaan baja langsung terpapar media perendaman. Sedangkan dengan inhibitor daun ekstrak rambutan pada konsentrasi 150 ppm sampai 1050 ppm mengalami penurunan laju korosi seperti yang tercantum pada gambar 1 nilai laju korosi terbaik diperoleh pada konsentrasi 150 ppm, yaitu 0,18 mpy dengan efisiensi inhibisi 96,88%. Laju korosi mengalami penurunan signifikan pada konsentrasi 150 ppm sampai 300 ppm, kemudian pada konsentrasi 450 ppm laju korosi melonjak tinggi. Laju korosi menurun lagi pada konsentrasi 600 ppm dan laju korosi meningkat pada 900 ppm lalu turun kembali pada 1050 ppm.

Penurunan laju korosi yang signifikan menunjukkan efektivitas inhibitor yang berkorelasi dengan keberadaan senyawa tanin dalam ekstrak daun rambutan, yang teridentifikasi melalui uji $FeCl_3$ 10% dengan perubahan warna menjadi hitam kehijauan (Ramadan, 2020).Senyawa tanin membentuk lapisan pasif yang bersifat homogen pada permukaan logam, sehingga menghambat laju korosi dengan menghalangi masuknya

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

ion-ion klorida (Cl^-) yang bersifat korosif. Senyawa tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan besi (II) dan besi (III). Kompleks besi (II) tanin tidak memiliki warna dan memiliki sifat yang mudah terlarut dan teroksidasi. Dengan adanya oksigen, kompleks ini berubah menjadi kompleks besi (III) tanin yang dikenal dengan sebutan tanat. Senyawa kompleks Fe-tanat menjadi barrier (penghalang) dan akan melapisi logam sehingga tidak terjadi kontak langsung antara larutan dengan logam besi(Anjani dkk., 2023). Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa efektivitas inhibitor mengalami penurunan drastis pada konsentrasi 300 ppm dan 450 ppm, yang masing-masing hanya menunjukkan laju korosi sebesar sebesar 1,15 mpy dan 3,62 mpy. Naik turunnya laju korosi pada berbagai konsentrasi inhibitor ekstrak disebabkan oleh perubahan sifat lapisan pelindung pada permukaan logam. Pada konsentrasi optimal, inhibitor membentuk film protektif yang rapat sehingga laju korosi menurun. Namun, pada konsentrasi lebih tinggi, kepadatan molekul yang tidak merata membuat lapisan protektif kurang efektif, sehingga laju korosi meningkat kembali (Turnip dkk., 2015)

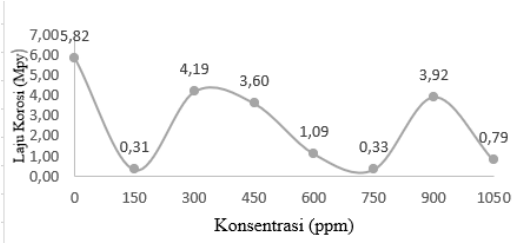
.



Gambar 1. Grafik Analisis Laju Korosi Ekstrak Daun Rambutan

c. Pengaruh Konsetrasi Ekstrak Daun Rambutan dan Penambahan $NaNO_2$ terhadap Laju Korosi

Hubungan antara konsentrasi inhibitor ekstrak daun rambutan dan blending natrium nitrit ($NaNO_2$) terhadap laju korosi ditunjukkan pada Gambar 2 Ekstrak daun rambutan menghambat korosi melalui mekanisme adsorpsi dan pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam, sedangkan $NaNO_2$ menekan reaksi elektrokimia yang melibatkan oksigen terlarut. Hasil variasi konsentrasi kedua inhibitor tersebut terhadap laju korosi disajikan pada Gambar 2 dalam bentuk grafik.



Gambar 2. Grafik Analisis Laju Korosi Ekstrak Daun Rambutan dan Blending $NaNO_2$

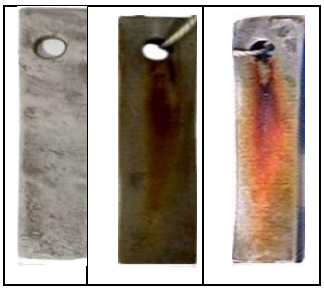
Setelah melakukan analisis menggunakan ekstrak daun rambutan, selanjutnya dilakukan analisis laju korosi pada *blending* ekstrak daun rambutan dan *blending* natrium nitrit dengan perbandingan 1:1 Pada Gambar 2 grafik di atas hasil analisis menunjukkan bahwa laju korosi pada konsentrasi 0 ppm baja kupon yang tidak diberikan perlindungan berupa inhibitor mengalami kenaikan laju korosi cukup tinggi dengan nilai 5,82 mpy. Setelah baja kupon diberikan inhibitor ekstrak daun rambutan dan blending natrium nitrim mengalami penurunan laju korosi pada konsentrasi 150 ppm dengan nilai laju korosi terendah sebesar 0,31 mpy. Namun, pada konsentrasi 300 ppm laju korosi kembali meningkat. Lalu pada pemberian inhibitor 450 ppm sampai 1050 ppm laju korosi menurun Di mana hal ini sejalan dengan analisis pada inhibitor ekstrak daun rambutan mengenai pengaruh konsentrasi inhibitor yang berlebihan dapat memicu terjadinya korosi kembali. Hal ini disebabkan reaksi penguraian lapisan inhibitor yang telah terbentuk mengalami ketidak setabilan dan terlepas pada permukaan baja sehingga mengurangi perlindungan yang diberikan Di mana hal ini terbukti dengan mengendapnya lapisan pelindung di bawah media perendaman. Natrium nitrit ($NaNO_2$) berperan sebagai inhibitor korosi dengan cara menghambat reaksi katodik yang melibatkan oksigen terlarut dalam media korosif. Penurunan peran oksigen dalam reaksi elektrokimia menyebabkan laju korosi menurun sehingga logam menjadi lebih terlindungi (Rizvi dkk., 2021).

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

d. Analisis Foto Makro

Gambar 3 menunjukan kondisi awal (a) menampilkan permukaan baja yang masih bersih dan bebas karat sebelum perendaman. Pada hari ke-3 perendaman (b), Hasil foto makro memperlihatkan indikasi awal terjadinya korosi yang ditandai oleh perubahan warna serta munculnya bercak-bercak karat yang masih tersebar tidak merata di permukaan baja. Kondisi ini menunjukkan tahap awal proses korosi, yang dipicu oleh keberadaan ion klorida dalam larutan NaCl. Ali dkk., (2024) menyatakan bahwa paparan ion klorida bersifat mempercepat reaksi elektrokimia pada permukaan baja, sehingga meningkatkan laju oksidasi besi dan mempercepat terbentuknya produk korosi berupa oksida besi pada permukaan baja.

Kondisi permukaan baja pada hari ke (7) dimana lapisan karat telah menutupi hampir seluruh permukaan baja. Terlihat jelas pembentukan karat yang tidak merata dengan beberapa area menunjukkan korosi yang lebih dalam. Hasil ini sesuai dengan teori (Septianissa & Chandrasari, 2024) yang menyatakan Baja ASTM A53 menunjukkan kerentanan terhadap korosi ketika terpapar lingkungan air laut yang mengandung ion klorida, terutama pada kondisi tanpa perlindungan inhibitor. Perkembangan korosi yang cepat dalam waktu 7 hari ini menegaskan pentingnya penggunaan inhibitor untuk memperlambat proses korosi.



Gambar 3. Foto makro pada Baja ASTM A53 (a) sebelum perendaman (b) hari ke 3 (c) hari ke 7

Pada Gambar 3 Hasil pengamatan fotografi makro pada permukaan baja ASTM A53 setelah perendaman dalam inhibitor ekstrak daun rambutan Gambar 4 menunjukkan adanya hubungan yang jelas antara variasi konsentrasi inhibitor dan tingkat korosi yang terjadi. Pada kondisi blanko, permukaan baja tampak tertutup karat secara merata, yang menandakan tingginya kerentanan material ketika tidak diberikan perlindungan. Sebaliknya, pada konsentrasi inhibitor 150 ppm terlihat adanya lapisan senyawa tanin yang melekat pada permukaan baja, sehingga berperan sebagai penghalang dan mengurangi kontak langsung permukaan logam dengan lingkungan korosif. Pada konsentrasi inhibitor 300 dan 450 ppm, laju korosi kembali mengalami peningkatan terutama pada 450 ppm yang disebabkan oleh terlepasnya lapisan senyawa pelindung dari permukaan baja. Ketidakstabilan pembentukan lapisan pelindung tersebut ditunjukkan oleh munculnya bercak-bercak berwarna gelap pada permukaan baja, yang mengindikasikan berkurangnya efektivitas inhibitor dalam melindungi material dari serangan korosi. Pada konsentrasi inhibitor 600 dan 750 ppm, laju korosi kembali menurun, yang dikaitkan dengan terbentuknya kembali lapisan pelindung yang lebih stabil pada permukaan baja, sehingga mampu menghambat proses korosi, dalam penelitian Akbar dkk., (2021) yang menjelaskan bahwa tanin mampu membentuk kompleks Fe tanin yang stabil pada permukaan logam, sehingga berfungsi sebagai lapisan pelindung yang menghambat difusi ion klorida menuju permukaan baja. Sedangkan pada konsentrasi 900 ppm laju korosi meningkat lalu turun kembali pada 1050 ppm karena terkikis nya lapisan yang melindungi permukaan baja.

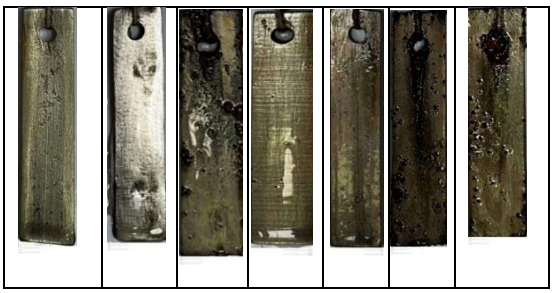
ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)



Gambar 4. Foto Makro Pada Perendaman inhibitor ekstrak daun rambutan pada baja ASTM A53 (a) 0 ppm; (b) 150 ppm; (c) 300 ppm; (d) 450 ppm; (e) 600 ppm; (f) 750 ppm; (g) 900 ppm; (h) 1050 ppm

Pada Gambar 4 memperlihatkan kondisi permukaan baja ASTM A53 setelah perendaman dalam larutan NaCl 3,5% dengan penambahan inhibitor berupa campuran ekstrak daun rambutan dan $NaNO_2$ pada variasi konsentrasi 150-1050 ppm. Pengamatan visual menunjukkan bahwa setiap spesimen mengalami tingkat korosi yang berbeda, yang ditandai oleh perubahan warna permukaan, kemunculan bercak-bercak korosi, serta tekstur permukaan yang tampak tidak seragam. Pada konsentrasi 150 ppm terdapat bercak hijau kehitaman yang berasal dari tanin yang menempel pada bagian permukaan baja. Pada konsentrasi 300 ppm menunjukkan kurangnya lapisan adsorpsi yang menempel pada permukaan baja. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa lapisan adsorpsi inhibitor pada permukaan baja tidak terbentuk secara optimal hal ini diduga berkaitan dengan ketidakstabilan lapisan hidrofobik yang teradsorpsi secara fisik pada permukaan logam, sehingga kemampuan perlindungan terhadap baja menjadi berkurang mekanisme ini sejalan dengan penjelasan bahwa inhibitor berbasis tanin bekerja melalui proses adsorpsi pada permukaan logam dan efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kestabilan lapisan pelindung yang terbentuk (Hermanta dkk., 2021). Pada baja 450 ppm permukaan baja, tanin mengalami kerontok karena kondisi yang tidak stabil. Seiring peningkatan konsentrasi inhibitor hingga 600 –750 ppm, lapisan pelindung pada permukaan baja mulai terbentuk kembali, namun cakupan pelapisan yang dihasilkan masih terbatas dan belum merata di seluruh permukaan baja, selanjutnya pada kosenstrasi 900 ppm -1050 ppm tampak bahwa kondisi permukaan baja kembali mengalami kondisi yang tidak baik.

Juanda dkk., (2022) menjelaskan $NaNO_2$ diketahui memerlukan konsentrasi yang relatif tinggi untuk membentuk lapisan pasif Fe_2O_3 yang stabil pada permukaan baja. Namun, ketika dikombinasikan dengan senyawa organik, efektivitas inhibisi dapat menurun apabila rasio campuran tidak dioptimalkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan $NaNO_2$ ke dalam sistem inhibitor berbasis ekstrak justru dapat mengurangi efisiensi inhibisi secara keseluruhan, yang diduga disebabkan oleh terjadinya kompetisi adsorpsi antara molekul tanin dan ion nitrit pada permukaan baja. Secara keseluruhan, hasil pengujian makro ini menunjukkan bahwa formulasi inhibitor berbasis *blending* antara ekstrak daun rambutan dan komponen tambahan tidak memberikan peningkatan kinerja inhibisi, bahkan cenderung menghasilkan efek yang berlawanan terhadap perlindungan korosi. Penambahan konsentrasi inhibitor natrium nitrit yang berlebih menyebabkan menurunnya efisiensi inhibitor karena terbentuknya lapisan pasif yang semakin tebal namun lebih mudah terurai sehingga memicu korosi sumuran (pratiwi dkk., 2021).

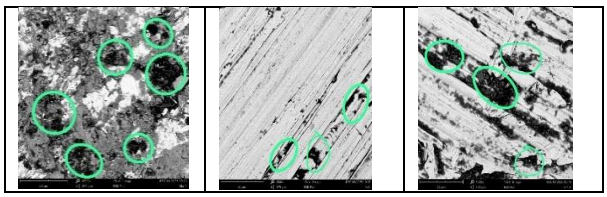


Gambar 5. Foto makro pada perendaman inhibitor dengan *blending* $NaNO_2$, (a) 150 ppm; (b) 300 ppm; (c) 450 ppm; (d) 600 ppm; (e) 750 ppm; (f) 900 ppm; (g) 1050 ppm

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

e. Analisis SEM (*Screnning Electron Microscopy)*

Gambar 6 menunjukkan terjadinya korosi sumuran pada permukaan baja setelah terpapar larutan korosif, yang ditandai oleh terbentuknya lubang-lubang. Hasil pengamatan SEM 1500× pada sampel blanko (a) yang direndam dalam larutan NaCl 3,5% memperlihatkan terbentuknya produk korosi secara signifikan dan merata, termasuk pada area cacat permukaan. Kondisi ini menunjukkan rendahnya ketahanan korosi baja karbon tanpa inhibitor akibat peran ion klorida (Cl^-) yang mempercepat kerusakan lapisan pelindung dan memicu korosi lokal. (Ahmed dkk., 2023). Pada konsentrasi inhibitor 150 ppm (b), permukaan baja menunjukkan penurunan kerusakan yang signifikan dibandingkan sampel blanko, dengan permukaan yang lebih halus dan relatif terlindungi meskipun masih terdapat indikasi korosi. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak pada konsentrasi tersebut efektif menghambat korosi. Sementara itu, pada perlakuan 150 ppm (c) ekstrak daun rambutan dengan sistem blending, indikasi korosi masih teramati namun dengan jumlah pit dan tingkat kerusakan yang lebih rendah dibandingkan blanko, meskipun efektivitas perlindungannya belum sebaik perlakuan pada kondisi (b).



Gambar 6. Uji SEM perbesaran 1500x (a) blanko: (b) 150 ppm ekstrak daun rambutan: (c) 150 ppm ekstrak daun rambutan dan *Blending*

f. Analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Unsur utama yang terdeteksi pada sampel adalah besi (Fe), yang menunjukkan bahwa material uji masih mempertahankan karakteristik dasar baja karbon. Selain Fe, teridentifikasi pula unsur minor seperti oksigen (O) dan klor (Cl) dalam jumlah tertentu, yang mengindikasikan adanya interaksi antara permukaan baja dengan lingkungan selama proses perendaman. Terdeteksinya unsur Cl menunjukkan pengaruh langsung lingkungan NaCl terhadap sistem pengujian, di mana ion klorida dikenal bersifat agresif dan mampu mempercepat proses korosi baja karbon melalui perusakan lapisan pelindung permukaan logam (Ahmed dkk., 2023) Unsur Fe yang teridentifikasi pada hasil XRF tidak hanya mencerminkan komposisi awal material, tetapi juga mengindikasikan terjadinya proses pelarutan logam selama perendaman dalam media korosif. Pada lingkungan yang mengandung ion klorida, reaksi anodik pada permukaan baja berlangsung lebih intensif, sehingga Fe mengalami oksidasi menjadi Fe^{2+} dan berkontribusi terhadap pembentukan produk korosi. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberadaan ion Cl^- mempercepat pelepasan ion Fe dari struktur baja dan meningkatkan laju korosi, sehingga hasil uji XRF ini mendukung mekanisme korosi yang telah dibahas sebelumnya serta selaras dengan kerusakan permukaan yang diamati pada pengujian lanjutan (Khazaal, 2025)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Laju korosi terbaik diperoleh pada konsentrasi 150 ppm, di mana ekstrak daun rambutan tunggal menghasilkan 0,18 mpy (efisiensi 96,88 %) dan inhibitor *blending* dengan Natrium Nitrit 0,31 mpy (efisiensi 94,64 %), keduanya kategori *outstanding*. Sebagai perbandingan, baja kupon tanpa inhibitor memiliki laju korosi 5,82 mpy (*good*), menunjukkan bahwa penambahan inhibitor secara signifikan menurunkan laju korosi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselasaikannya artikel ini, Penulis ingin mengucapkan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Seluruh Manajemen Politeknik Negeri Samarinda Khususnya Pengelola jurusan Teknik Kimia

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

Poliiteknik Negeri Samarinda serta Pihak-pihak lain yang secara langsung terlibat dalam penyelesaian artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, S., Hou, Y., Lepkova, K., & Pojtanabuntoeng, T. (2023). *Investigation Of The Effect Chloride Ions On Carbon Steel In Closed Environments At Different Temperatures*. 364–381.

Akbar, Y. A., Dewi, R., & Nurlaila, R. (2021). *Pemanfaatan Ekstrak Daun Rambutan (Nephelium Lappaceum) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Besi (Steel) Dalam Media Air Laut*. *3*(Desember), 94–102.

Akrom, M. (2022). *Experimental Investigation Of Natural Plant Extracts As A Green Corrosion Inhibitor In*. *5*(01), 1–15. Https://Doi.Org/10.25299/Rem.2022.Vol5(01).8887

Ali, M., Shams, A., & Bheel, N. (2024). *A Review On Chloride Induced Corrosion In Reinforced Concrete Structures: Lab And In Situ Nvestigation*. 37252–37271. Https://Doi.Org/10.1039/D4ra05506c

Amiery, A. A. Al, Mohamad, A. B., Kadhum, A. A. H., & Shaker, L. M. (2022). Experimental And Theoretical Study On The Corrosion Inhibition Of Mild Steel By Nonanedioic Acid Derivative In Hydrochloric Acid Solution. *Scientific Reports*, 1–21. Https://Doi.Org/10.1038/S41598-022-08146-8

Anjani, A. D. S., Ihsan, & Rahmaniah. (2023). *Pengaruh Inhibitor Alami Dari Biji Nangka Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Tinggi*. *10*, 1–15. Https://Doi.Org/10.24252/Jft.V10i1.28548

Bustami, Y. (2018). Pengaruh Ampas Tebu Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Terong Hijau. *Techno: Jurnal Penelitian*, *7*(01), 91. Https://Doi.Org/10.33387/Tk.V7i01.608

Hermanta, H. V., Karomah, D. R., & Triana, N. W. (2021). *Pemanfaatan Tanin Kulit Kayu Mahoni Sebagai Inhibitor Korosi Pada Besi Dalam Larutan Nacl 3 , 5 %*. *2*(2), 12–17.

Hidayati, A., & Sayakti, P. I. (2025). *Penentuan Kadar Total Fenol , Flavonoid , Dan Penapisan Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Daun Rambutan (Nephelium Lappaceum L .)*. *50*(1), 18–27.

Khademi, A., Babakhani, E. G., Darian, J. T., Mahdipoor, H. R., & Pourkhalil, M. (2024). Adsorption Study Of Co2/Ch4 And Co2/N2 Binary Mixtures On Titanosilicates Ets-10 And Srets-10; Industrial Application Aspects. *Results In Surfaces And Interfaces*, *16*(March), 100259. Https://Doi.Org/10.1016/J.Rsurfi.2024.100259

Khazaal, S. H. (2025). *Comprehensive Review On Carbon Steels Corrosion In Chloride-Rich Media*. *59*(2), 357–385. Https://Doi.Org/10.22059/Jchpe.2025.393259.1613

Maulidi, A. F., Jokosisworo, Saritjo, & S, A. W. B. (2022). *Pengaruh Natrium Clorida, Asam Sulfat Dan Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja Ss 400 Sebagai Bahan Material Kapal Dengan Metode Weight Loss*. *10*(3), 41–47.

Pratiwi, Nadia Lutfi, Juanda, M., Astuti, D. H., & Sani. (2021). *Kajian Inhibitor Nano2 Ssebagai Pengendalian Laju Korosi Pada Stainless Steel Dalam Lingkungan Nacl 3,5%*.

R. Holla, B., Mahesh, R., Manjunath, H. R., & Anjanapura, V. R. (2024). Plant Extracts As Green Corrosion Inhibitors For Different Kinds Of Steel: A Review. *Heliyon*, *10*(14), E33748. Https://Doi.Org/10.1016/J.Heliyon.2024.E33748

Ramadan, F. A. N. (2020). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Rambutan (Nephelium Lappaceum L.) Dengan Metode Fosfomolibdat Karya*.

Rizvi, M., Gerengi, H., Kaya, S., Uygur, I., Yıldız, M., & Sarıoglu, I. (2021). Sodium Nitrite As A Corrosion Inhibitor Of Copper In Simulated Cooling Water. *Scientific Reports*, 1–16. Https://Doi.Org/10.1038/S41598-021-87858-9

Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi Pada Baja Mild Steel Dalam Pipeline. *Jurnal Integrasi Proses*, *8*(1), 45–50.

ISSN 2775-9083 (Print)
ISSN 2775-9075 (Online)

Septianissa, S., & Chandrasari, A. Z. (2024). Corrosion Rate of Astm a53 Steel in Seawater Influenced By Variation in Concentration of Mangifera Indica L. Peel Extract. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, *6*(1), 550–560. https://doi.org/10.37385/jaets.v6i1.5182

Turnip, L. B., Handani, S., & Mulyadi, S. (2015). *Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Manggis Terhadap Penurunan Laju Korosi Baja St-37 Lusiana Br Turnip , Sri Handani , Sri Mulyadi*. *4*(2), 144–149.

Wardani, D., Novison, R., Antoko, B., Tamimah, N., & Mellynia, P. (2023). *Analisa Efektivitas Getah Pepaya dan Daun Pepaya Sebagai Inhibitor pada Pipa ASTM A53 Grade B*. 73–76.