

Studi Pemanfaatan Estrak Daun Pegagan untuk Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan untuk Material API 5CT J55 di Lingkungan Air Formasi

Yudha Pratesa, Andika Purnawidhi, Nuringtyas Rahwinarni

Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Kampus Baru UI, Depok, 16424, Indonesia

E-mail: yudha@metal.ui.ac.id

Abstrak--Daun Pegagan (*Centella asiatica*) pada awalnya dianggap sebagai tanaman pengganggu dan tidak bernilai ekonomis. Namun, hasil beberapa penelitian menunjukkan manfaat daun ini sebagai obat karena memiliki kandungan fenolik dan anti oksidan. Karena bersifat anti oksidan, daun pegagan dinilai memiliki kemampuan untuk bekerja sebagai inhibitor korosi ramah lingkungan. Studi ini akan menguji kemampuan ekstrak Daun Pegagan sebagai inhibitor untuk baja API 5CT J-55 di lingkungan air formasi menggunakan pengujian polarisasi tafel, kehilangan berat (weight loss) dan Fourier Transform Infrared Radiation (FTIR). Senyawa aktif antioksidan yang berperan untuk menginhibisi korosi akan diinvestigasi melalui pengujian FTIR dengan melihat potensi gugus yang terbentuk. Variabel yang digunakan adalah konsentrasi inhibitor, yaitu 0 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Ekstrak daun pegagan yang mempunyai gugus fenolik merupakan inhibitor jenis campuran, dan dominan anodik. Efisiensi inhibisi paling tinggi didapatkan dengan konsentrasi 250 ppm. Inhibitor ekstrak daun pegagan dapat digunakan sebagai alternative inhibitor ramah lingkungan untuk baja J55 pada lingkungan air formasi.

Kata kunci: Daun pegagan, korosi, air formasi

Abstract--*Centella asiatica* (*Centella asiatica*) leaf was regarded as a confounding plant and did not had beneficial effect for the economy. However, the results of some studies showed the benefits of this leaf as a drug because it contains phenolic and anti oxidant. So, this study aimed to investigate the ability of *Centella asiatica* leaves extract as a corrosion inhibitor for J55 steel in produce water environment. Corrosion inhibition ability of this extract was tested using tafel polarization, weight loss and Fourier Transform Infrared Radiation (FTIR) methods. FTIR test was used to investigate phenolic and antioxidant compound that played an important role to inhibit corrosion. In this study the concentration of *Centella asiatica* extract used was 0 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, and 1000 ppm. It can be concluded that *Centella asiatica* extract could be used as an alternative and environmental friendly inhibitor for J55 steel in produce water environment.

Keywords: *Centella asiatica*, corrosion, formation water

1. PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas merupakan industri yang berperan vital dalam perekonomian Indonesia. Sebagai industri yang sangat vital, industri minyak dan gas harus mampu beroperasi maksimal tanpa mengalami kegagalan produksi yang dapat menghambat waktu produksi. Namun, sering sekali ditemukan masalah dalam produksi minyak dan gas, terutama pada peralatan penunjang produksi minyak dan gas. Salah satu adalah masalah utama dalam fasilitas produksi adalah kegagalan akibat korosi.

Salah satu permasalahan yang sering dijumpai adalah korosi pada pipa sumur injeksi. Sumur injeksi adalah salah satu peralatan yang digunakan pada proses produksi minyak dan gas yang mempunyai fungsi untuk mengalirkan air atau air formasi yang digunakan kembali untuk proses *water flooding* dengan kecepatan tertentu. Pada injection tubing mengalir hidrokarbon, dan juga air formasi yang merupakan campuran air

tanah yang ikut terbawa atau tercampur dengan hidrokarbon.

Salah satu metode untuk mencegah korosi di pipa sumur minyak injeksi adalah mengalirkan inhibitor korosi. Inhibitor merupakan senyawa yang dalam jumlah sedikit dapat menurunkan korosifitas dari lingkungan. Saat ini inhibitor yang umum dipakai di lapangan MIGAS adalah inhibitor kimia.

Namun, penggunaan inhibitor kimia memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah sifat beracun yang dimiliki, dan tidak ramah lingkungan. Seperti diketahui, meskipun ditambahkan dalam jumlah *parts per million* (PPM), namun dengan jumlah aliran perdetik yang besar maka secara jumlah kebutuhan akan sangat besar. Saat ini sedang dikembangkan inhibitor yang aman lingkungan atau dikenal dengan green inhibitor, untuk mengurangi kekurangan inhibitor kimia.

Pegagan (*Centella asiatica*) merupakan salah satu tanaman yang biasa dimanfaatkan untuk kesehatan dan banyak ditemukan di daerah India,

Malaysia, Sri Lanka, dan Bangladesh. Alternatif dari penggunaan inhibitor kimia adalah ekstrak tanaman sebagai inhibitor korosi.

Dari segi aspek ekonomi dan lingkungan, ekstrak tumbuhan menjadi alternatif inhibitor yang baik karena ketersediaannya yang melimpah dan ramah bagi lingkungan. Ekstrak yang dimiliki oleh tanaman ini memiliki berbagai komposisi seperti tannin, pigmen, flavone, flavonoid, dan substansi lain yang umumnya terdapat pada inhibitor korosi [1].

Inhibitor organik telah banyak diterapkan, dan beberapa telah membuktikan suksesnya digunakan pada baja karbon pada lingkungan HCl. Hasilnya didapatkan bahwa ekstrak daun tersebut dapat dijadikan inhibitor jenis mixed type inhibitor dengan efisiensi hingga 95%. Adsorpsi molekul inhibitor terjadi akibat adanya interaksi donor-akseptor antara elektron dari pendonor atom yaitu oksigen, dengan akseptor misalnya permukaan logam [2].

Penelitian lain menunjukkan ekstrak daun *Adhatoda Vasica* sebagai inhibitor baja karbon di lingkungan H₂SO₄. Hasilnya didapatkan ekstrak daun tersebut bisa digunakan sebagai inhibitor dengan jenis inhibitor *miced type* inhibitor yang mempunyai efisiensi hingga 98%. Ekstrak daun *Adhatoda Vasica* diketahui memiliki gugus fenolik [3].

Penelitian lainnya menunjukkan ekstrak daun *rollinia acidentalis* dan *Aquilaria Crassna* mampu menahan korosi di lingkungan HCl hingga 95%. [4], [5]. Penelitian ini akan mencoba ekstrak daun pegagan untuk aplikasi di lingkungan air formasi dengan material baja J-55.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan material pipa baja J-55 yang diambil dari potongan longitudinal pipa baja tersebut. Pipa baja ini kemudian dipotong hingga mendapatkan ukuran 28 mm x 20 mm x 4 mm. Setelah dipotong, sampel kemudian dihaluskan permukaannya dengan menggunakan gerinda, dan dilanjutkan dengan amplas dengan kertas amplas dari #80 hingga #600.

Untuk sampel uji polarisasi, ukuran sampel yang dipersiapkan adalah 10 mm x 10mm x 4 mm. Larutan yang dipersiapkan adalah air formasi yang diambil dari salah satu sumur minyak di laut utara Jawa. Untuk bahan baku inhibitor digunakan serbuk ekstrak tanaman pegagan yang dilarutkan dengan variabel 0, 250, 500 dan 1000 ppm

2.2 Metode

Pengujian polarisasi *potentiodynamic* dilakukan dengan menggunakan *scanning rate* 0,01 Vs-1, dan pembacaan nilai *open circuit potential* (OCP) dilakukan selama 120 detik. Nilai rapat arus korosi (I_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}) didapatkan dari

grafik polarisasi melalui ekstrapolasi tafel. Setelah didapatkan grafik, maka ditarik garis dari katodik dan anodik sehingga didapatkan perpotongan dari garis yang menunjukkan nilai (I_{corr}) dan (E_{corr}) Pengujian kehilangan berat diawali dengan proses pickling didalam HCl 15% untuk menghilangkan pengotor dan karat lalu dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan Natrium Bikarbonat (NaHCO₃) selama satu menit untuk menetralkan asam dan kemudian dibilas menggunakan larutan aquades dan dilakukan penimbangan. Untuk pengujian FTIR, sampel hasil proses perendaman dikeringkan dan kemudian lakukan proses pengujian dipernukaan karat yang terbentuk.

3. ANALISIS

3.1 Perilaku Korosi

Hasil pengujian polarisasi menunjukkan bahwa laju korosi dari baja J55 di lingkungan air formasi tanpa adanya inhibitor adalah sebesar 0,30 mm/year. Dengan penambahan inhibitor, maka laju korosi menurun. Namun, penurunan laju korosi paling rendah berada pada saat konsentrasi inhibitor sebesar 250 ppm yaitu sebesar 0,14 mm/thn seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

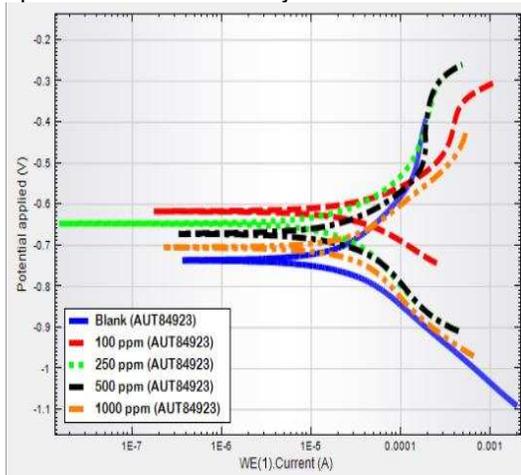
Tabel 1. Hasil pengujian polarisasi

No	Remarks	ba (mV/dec)	bc (mV/dec)	E _{corr} (mV)	I _{corr} (μ A)	Corr Rate (mm/yr)	IE (%)
1	Blank	279,84	181,80	-736,29	26,25	0,30	-
2	100 ppm	94,17	89,67	-656,81	18,37	0,21	30%
3	250 ppm	112,42	119,58	-676,64	12,47	0,14	52,48%
4	500 ppm	121,81	97,45	-691,23	14,72	0,17	43,90%
5	1000 ppm	119,76	97,11	-704,77	16,23	0,19	38,13%

Pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm inhibitor ekstrak daun pegagan, laju korosi kembali meningkat dibandingkan laju korosi pada konsentrasi 250 ppm. Dengan begitu, maka efisiensi inhibitor paling tinggi adalah penggunaan inhibitor dengan konsentrasi 250 ppm, dimana efisiensi nya bernilai 52,48%. Dari tabel hasil polarisasi, terdapat perubahan dari nilai ba dan bc.

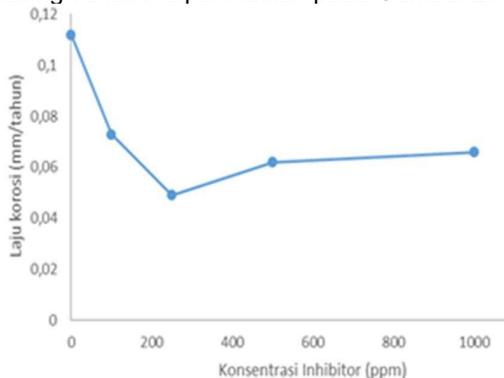
Hal ini mengindikasikan bahwa dengan penambahan inhibitor mengakibatkan perubahan pada reaksi baik di katoda maupun di anoda, sehingga menggeser kurva polarisasi dari keadaan semula (*blank*). Perubahan tafel slope dibagian anodik diakibatkan oleh inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam Inhibitor diklasifikasikan menjadi inhibitor anodik atau katodik jika perubahan E_{corr} lebih besar dari 85 mV [6]. Pada tabel, dapat terlihat bahwa perubahan E_{corr} dari keadaan blank kurva anodik

bergeser lebih dari 85 mV, dan penambahan inhibitor mengarahkan nilai E_{corr} ke arah yang lebih positif, maka inhibitor ekstrak daun pegagan dapat diklasifikasikan menjadi inhibitor anodik.



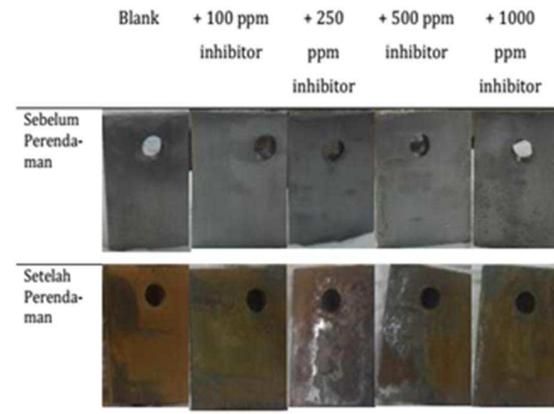
Gambar 1. Kurva polarisasi linear dari baja J55 dan penambahan inhibitor, pergeseran kurva anodik diperlihatkan oleh kotak merah

Dari Gambar 2, hasil pengujian *kehilangan berat*, terlihat bahwa persentase kehilangan berat dari baja J55 pada lingkungan air formasi berkurang dengan ditambahkan inhibitor ekstrak daun pegagan kedalam air formasi. Laju korosi baja J55 yang tidak diberikan inhibitor adalah 0,112 mm/tahun, sedangkan ketika diberi inhibitor 100 ppm dan 250 ppm berturut-turut, laju korosinya menjadi 0,073 mm/tahun dan 0,049 mm/tahun. Ketika inhibitor ditambahkan menjadi 500 ppm dan 1000 ppm laju korosinya kembali meningkat menjadi 0,062 mm/tahun dan 0,066 mm/tahun. Kenaikan ini disebabkan karena jumlah pegagan yang sudah terlampaui banyak dapat mempengaruhi pH larutan. Dengan begitu, maka inhibitor ekstrak daun pegagan paling efektif digunakan pada lingkungan air formasi untuk baja J55 ketika konsentrasinya 250 ppm. Perbandingan hasil uji kehilangan berat masing-masing variabel diperlihatkan pada Gambar 2.



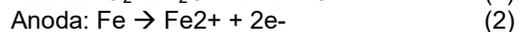
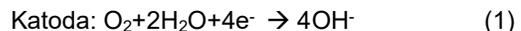
Gambar 2. Perubahan laju korosi dengan beberapa jumlah inhibitor setelah perendaman 5 hari

Berdasarkan hasil pengamatan visual pada gambar 3, baja yang mengalami korosi paling parah adalah baja J55 pada lingkungan air formasi tanpa adanya penambahan inhibitor. Pada baja tersebut, terlihat baja mengalami korosi hampir diseluruh permukaannya. Produk korosi yang terbentuk berwarna coklat muda, dan terlihat lebih tebal dibandingkan produk korosi pada variable lain. Sedangkan baja yang paling sedikit mengalami korosi adalah baja dengan penambahan 250 ppm inhibitor.



Gambar 3. Kondisi sampel sebelum dan sesudah perendaman uji kehilangan berat

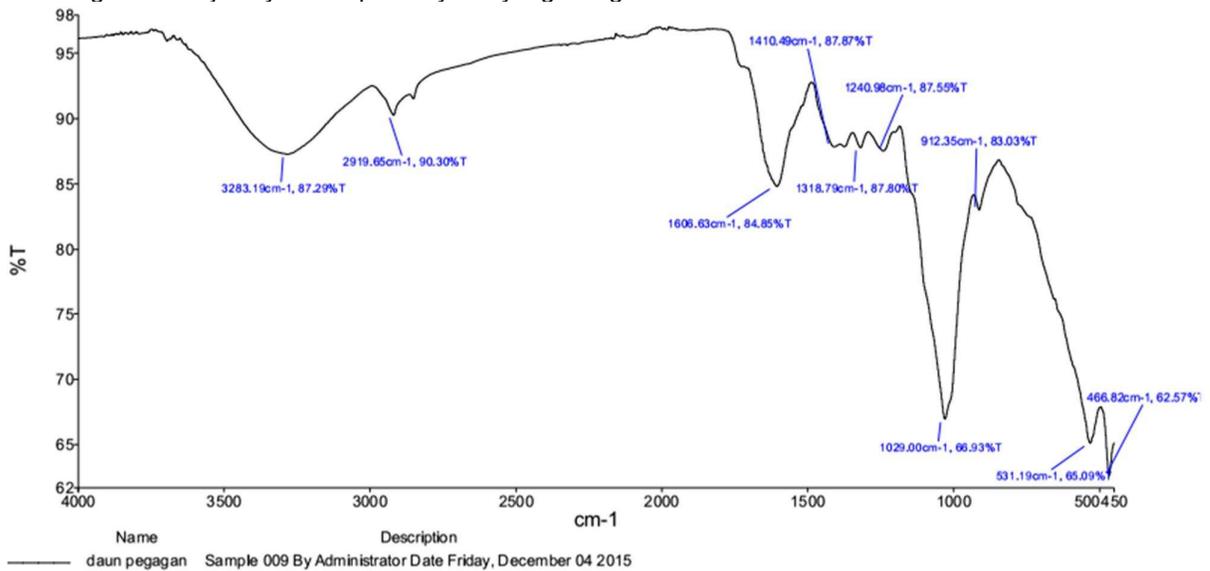
Produk korosi yang terbentuk berwarna coklat muda, Produk korosi yang terbentuk pada permukaan baja adalah $Fe(OH)_2$ karena reaksi korosi berlangsung pada kondisi basa dimana pH air formasi yang dihitung berkisar antara 8 hingga 9. Sehingga reaksi yang berlangsung adalah:



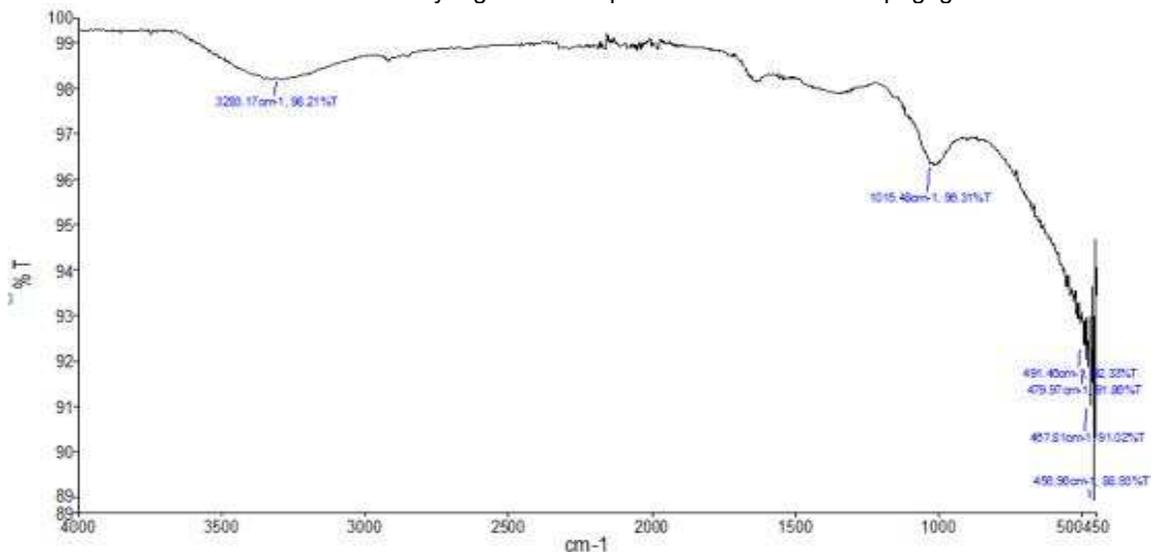
3.2 Karakterisasi Lapisan

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif pada ekstrak daun pegagan. Pada sampel serbuk ekstrak daun pegagan tanpa hasil pencelupan logam. Terlihat bahwa sejumlah peak terbaca dengan rentang gelombang 450 sampai 4000 cm^{-1} . Peak pertama terlihat pada 3283 cm^{-1} , yang menunjukkan adanya O-H dan N-H. Kemudian terdapat peak pada 2919 cm^{-1} mengindikasikan adanya C-H, 1606 cm^{-1} yang merupakan ikatan aromatik (ring) C-C, dan yang terakhir pada 1029 cm^{-1} yaitu ikatan C-N (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun pegagan mengandung senyawa polifenol, dan juga mengandung senyawa antioksidan flavonoid. Dengan keberadaan ikatan tersebut, maka ekstrak daun pegagan berpotensi menjadi inhibitor ramah lingkungan karena memiliki ikatan heterosiklik, dan heteroatom seperti N dan O. Senyawa heterosiklik seperti fenol dapat menjadi

inhibitor yang baik. Keberadaan atom O dan N memungkinkan terjadinya adsorpsi senyawa yang ada pada ekstrak daun pegagan ke permukaan logam.



Gambar 4. Ikatan kimia yang terdeteksi pada larutan berisi daun pegagan



Gambar 5. Ikatan kimia yang terdapat pada permukaan Karat yang telah diberikan inhibitor

Sedangkan dari hasil lapisan yang terbentuk setelah pencelupan logam, menunjukkan terdapat beberapa peak yang sama dengan peak pada uji FTIR ekstrak daun pegagan (gambar 5). Peak yang terbentuk pada 3293 cm⁻¹ menunjukkan ikatan O-H dan N-H, kemudian terdapat peak pada 1015 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C-N. Dari grafik pengujian FTIR tersebut mengindikasikan adanya adsorpsi senyawa polifenol ke permukaan logam, serta adanya ikatan dari gugus N dan O pada permukaan logam, membentuk lapisan protektif di permukaan serta mengurangi daerah aktif logam sehingga memperlambat proses korosi. Selain itu, adanya ikatan tersebut berarti gugus fungsional tersebut terlibat dalam interaksi inhibitor dengan

permukaan logam melalui adsorpsi ke permukaan.

Hasil ini memang belum optimal dibandingkan dengan pengujian lainnya. Hal ini disebabkan senyawa aktif memiliki kelarutan yang berbeda pada larutan yang berbeda.

Hasil yang didapat berbeda dengan hasil penelitian Shivakumar, ekstrak daun pegagan memiliki efisiensi yang tinggi di lingkungan asam sulfat. Sedangkan pada penelitian ini, ekstrak daun pegagan memiliki efisiensi 56% di lingkungan air formasi. Hal ini disebabkan ekstrak daun pegagan kehilangan sebagian senyawa aktifnya ketika berada di lingkungan yang basa seperti air formasi dalam penelitian ini. Selain itu, air formasi memiliki banyak ion terlarut sehingga dapat mengikat gugus aktif inhibitor pegagan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa inhibitor organik berbahan dasar pegagan memiliki efisiensi tertinggi pada kandungan 250 ppm dengan efisiensi 53%. Pegagan menghambat laju korosi dengan membentuk lapisan dipermukaan dan bekerja dengan merubah reaksi anodik. Nilai inhibisi yang tidak terlalu tinggi menunjukkan bahwa inhibitor ini tidak sesuai bekerja dilingkungan air formasi akibat banyaknya ion terlarut dalam air formasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. R. M. Palou, O. Olivares-xomelt, and N. V. Likhanova, "Environmentally Friendly Corrosion Inhibitors."
- [2]. P. Muthukrishnan, P. Prakash, B. Jeyaprabha, and K. Shankar, "Stigmasterol extracted from *Ficus hispida* leaves as a green inhibitor for the mild steel corrosion in 1M HCl solution," *Arab. J. Chem.*, 2015.
- [3]. M. Ramananda Singh, "A green Approach: A corrosion inhibition of mild steel by *adhatoda vasica* plant extract in 0.5 M H₂SO₄," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 117–126, 2013.
- [4]. P. E. Alvarez, M. V. Fiori-Bimbi, A. Neske, S. A. Brandán, and C. A. Gervasi, "Rollinia occidentalis extract as green corrosion inhibitor for carbon steel in HCl solution," *J. Ind. Eng. Chem.*, vol. 58, pp. 92–99, 2018.
- [5]. L. Y. S. Helen, A. A. Rahim, B. Saad, M. I. Saleh, and P. B. Raja, "Aquilaria crassna leaves extracts - A green corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCL medium," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 830–846, 2014.
- [6]. M. A. Ameer, A. M. Fekry, and A. Othman, "Electrochemical Investigation of Green Inhibitor Adsorption on Low-Carbon Steel in Produced Water," vol. 9, pp. 1964–1985, 2014.