



Variasi Konsentrasi Inhibitor Kulit Bawang Merah 0 PPM, 100 PPM, 200 PPM, dan 300 PPM terhadap Nilai Laju Korosi Pipa Radiator

Ramadhan Dwi Setyawan^{1*}, Nani Mulyaningsih², Nila Nurlina³

¹⁻³Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar, Indonesia

*Penulis korespondensi: setyawanramadhan1011@gmail.com¹

Abstract. *This study investigates the effect of adding onion peel extract as a corrosion inhibitor on the corrosion rate and hardness of radiator pipes. The research employed an experimental method with inhibitor concentrations of 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, and 300 ppm. Corrosion rate testing was conducted using electrochemical methods, while hardness was measured using the Vickers method. The findings reveal that the addition of onion peel extract at a concentration of 300 ppm significantly reduced the corrosion rate to 0.081 mmpy, achieving an inhibition efficiency of 56.45%. Furthermore, the same concentration enhanced the surface hardness of radiator pipes to 255.403 Kg/mm². These results demonstrate that onion peel extract has strong potential as an eco-friendly organic corrosion inhibitor. Its dual function in reducing corrosion and improving mechanical properties highlights its applicability in radiator pipe protection and sustainable engineering practices. The study contributes to the development of natural inhibitors as alternatives to synthetic chemicals, aligning with environmental preservation efforts and advancing green technology in material protection.*

Keywords: *Corrosion Inhibitor; Green Technology; Onion Extract; Radiator Pipe; Surface Hardness*

Abstrak. Penelitian ini meneliti efek penambahan ekstrak kulit bawang sebagai penghambat korosi terhadap laju korosi dan kekerasan pipa radiator. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan konsentrasi inhibitor 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan metode elektrokimia, sedangkan kekerasan diukur menggunakan metode Vickers. Temuan mengungkapkan bahwa penambahan ekstrak kulit bawang pada konsentrasi 300 ppm secara signifikan mengurangi laju korosi menjadi 0,081 mmpy, mencapai efisiensi penghambatan 56,45%. Selain itu, konsentrasi yang sama meningkatkan kekerasan permukaan pipa radiator menjadi 255.403 Kg/mm². Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit bawang memiliki potensi yang kuat sebagai penghambat korosi organik yang ramah lingkungan. Fungsi gandanya dalam mengurangi korosi dan meningkatkan sifat mekanik menyoroti penerapannya dalam perlindungan pipa radiator dan praktik rekayasa berkelanjutan. Studi ini berkontribusi pada pengembangan inhibitor alami sebagai alternatif bahan kimia sintetis, selaras dengan upaya pelestarian lingkungan dan memajukan teknologi hijau dalam perlindungan material.

Kata kunci: Ekstrak Bawang; Kekerasan Permukaan; Penghambat Korosi; Pipa Radiator; Teknologi Hijau

1. LATAR BELAKANG

Korosi merupakan proses degradasi material logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya yang dapat menyebabkan penurunan sifat mekanik, kegagalan fungsi, serta kerugian ekonomi yang signifikan [1]. Salah satu komponen yang rentan mengalami korosi adalah pipa radiator pada sistem pendingin kendaraan. Penggunaan media pendingin berupa air mineral atau air sumur yang mengandung ion agresif dapat mempercepat laju korosi pada pipa radiator, sehingga menurunkan efisiensi perpindahan panas dan berpotensi menyebabkan kebocoran serta overheating pada mesin [2].

Upaya pengendalian korosi dapat dilakukan dengan penambahan inhibitor, yang bekerja melalui pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam sehingga menghambat reaksi korosi [3]. Inhibitor organik berbasis bahan alam semakin banyak dikembangkan karena bersifat ramah lingkungan dan ekonomis. Kulit bawang merah merupakan limbah pertanian yang

mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid yang mampu teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk film protektif [4]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit bawang merah terhadap laju korosi dan kekerasan pipa radiator menggunakan metode elektrokimia dan uji kekerasan Vickers.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menganalisis pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit bawang merah terhadap laju korosi dan kekerasan pipa radiator. Material yang digunakan adalah pipa radiator berbahan baja karbon rendah yang dipotong dengan ukuran tertentu, kemudian dibersihkan secara mekanis dan kimia untuk menghilangkan kotoran serta lapisan oksida sebelum pengujian. Inhibitor dibuat dari kulit bawang merah melalui metode maserasi menggunakan pelarut etanol, kemudian dilakukan proses penyaringan dan penguapan untuk memperoleh ekstrak inhibitor [5].

Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan metode elektrokimia dengan alat potentiostat dalam larutan media korosif, dengan variasi konsentrasi inhibitor sebesar 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Parameter laju korosi diperoleh dari hasil pengujian polarisasi potensiodinamik berdasarkan nilai arus korosi (I_{corr}) [6]. Selain itu, pengujian kekerasan permukaan dilakukan menggunakan metode Vickers untuk mengetahui perubahan sifat mekanik akibat penambahan inhibitor, dengan pembebanan dan waktu penekanan sesuai standar pengujian kekerasan mikro [7]. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan laju korosi, efisiensi inhibitor, serta hubungan antara konsentrasi inhibitor terhadap nilai kekerasan pipa radiator.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Komposisi

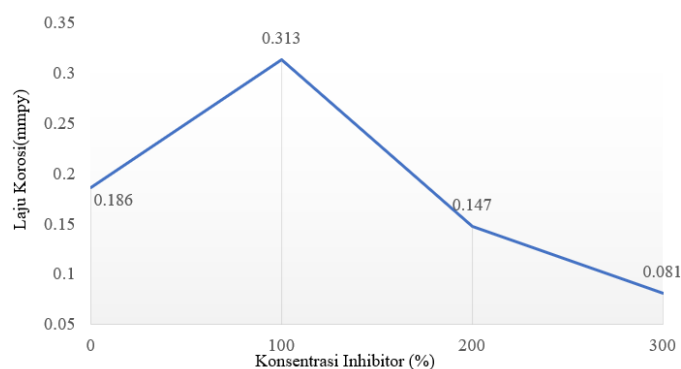
Hasil uji komposisi kimia pipa radiator menunjukkan bahwa material yang digunakan tergolong baja karbon rendah dengan unsur utama besi (Fe) sebagai matriks. Selain Fe, terdeteksi unsur karbon (C) dalam jumlah kecil serta beberapa unsur paduan seperti mangan (Mn), silikon (Si), dan fosfor (P) dengan kadar yang relatif rendah. Komposisi tersebut sesuai dengan karakteristik baja karbon rendah yang umum digunakan pada komponen otomotif karena memiliki sifat mampu bentuk yang baik dan biaya produksi yang relatif rendah.

Uji korosi

Hasil pengujian laju korosi pipa radiator menunjukkan bahwa penambahan inhibitor ekstrak kulit bawang merah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perilaku korosi material. Spesimen tanpa penambahan inhibitor (0 ppm) memiliki laju korosi yang relatif tinggi akibat kontak langsung antara permukaan logam dan media korosif. Kondisi ini menunjukkan bahwa baja karbon rendah yang digunakan memiliki ketahanan korosi yang rendah ketika berada dalam lingkungan berair yang mengandung ion agresif [8].

Pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi 100 ppm, laju korosi justru mengalami peningkatan dibandingkan spesimen tanpa inhibitor. Fenomena ini diduga disebabkan oleh terbentuknya lapisan adsorpsi inhibitor yang belum stabil dan tidak merata pada permukaan logam, sehingga memicu terjadinya korosi lokal. Ketidakstabilan lapisan pelindung pada konsentrasi rendah menyebabkan inhibitor belum mampu menghambat reaksi elektrokimia korosi secara efektif [9].

Seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor menjadi 200 ppm dan 300 ppm, laju korosi mengalami penurunan yang signifikan. Penurunan laju korosi paling optimum terjadi pada konsentrasi 300 ppm dengan nilai sebesar 0,081 mmpy dan efisiensi inhibitor mencapai 56,45%. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, senyawa aktif dalam ekstrak kulit bawang merah mampu teradsorpsi secara intensif dan membentuk film protektif yang stabil pada permukaan pipa radiator. Lapisan ini berfungsi sebagai penghalang difusi ion agresif, sehingga menghambat reaksi anodik dan katodik selama proses korosi berlangsung [10].



Gambar 1. Hasil penelitian.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa inhibitor organik bekerja melalui mekanisme adsorpsi senyawa aktif yang mengandung gugus heteroatom dan pasangan elektron bebas, sehingga meningkatkan resistansi permukaan logam terhadap proses korosi [11]. Dengan demikian, ekstrak kulit bawang merah berpotensi

digunakan sebagai inhibitor korosi organik yang efektif dan ramah lingkungan pada sistem pendingin kendaraan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan inhibitor ekstrak kulit bawang merah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi dan kekerasan pipa radiator. Peningkatan konsentrasi inhibitor mampu menurunkan laju korosi secara bertahap, dengan kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi 300 ppm yang menghasilkan laju korosi terendah sebesar 0,081 mmpy dan efisiensi inhibitor mencapai 56,45%.

Selain menurunkan laju korosi, penambahan inhibitor ekstrak kulit bawang merah juga meningkatkan nilai kekerasan permukaan pipa radiator. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 300 ppm sebesar 255,403 Kgf/mm², yang menunjukkan terbentuknya lapisan protektif yang stabil pada permukaan logam. Dengan demikian, ekstrak kulit bawang merah berpotensi digunakan sebagai inhibitor korosi organik yang efektif dan ramah lingkungan pada sistem pendingin kendaraan.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit bawang merah yang lebih luas serta pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi dan sifat mekanik pipa radiator. Selain itu, diperlukan analisis karakterisasi permukaan seperti SEM atau FTIR untuk mengidentifikasi mekanisme adsorpsi inhibitor dan struktur lapisan protektif yang terbentuk. Pengujian pada kondisi operasi yang lebih mendekati aplikasi nyata, seperti variasi temperatur dan jenis media pendingin, juga disarankan untuk mengevaluasi kinerja inhibitor secara lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- ASTM International. (2014). *ASTM G59-97: Standard test method for conducting potentiodynamic polarization resistance measurements*. ASTM International
- ASTM International. (2017). *ASTM E92-17: Standard test methods for Vickers hardness and Knoop hardness of metallic materials*.
- Badriyah, L., & Farihah, D. (2023). Optimalisasi ekstraksi kulit bawang merah sebagai inhibitor korosi ramah lingkungan. *Jurnal Sains dan Teknologi Analisis*, 3(1), 30–37.
- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). *Electrochemical methods: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Wiley

- Callister, W. D., Jr., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials science and engineering: An introduction* (9th ed.). Wiley
- Davis, J. R. (2001). *Metals handbook: Properties and selection—Irons, steels, and high-performance alloys*. ASM International
- Fontana, M. G. (2017). *Corrosion engineering* (3rd ed.). McGraw-Hill
- Jones, D. A. (1996). *Principles and prevention of corrosion* (2nd ed.). Prentice Hall
- Morales, C., García, J., & Pérez, F. (2023). Effect of surface roughness on microhardness and mechanical behavior of metallic materials. *Coatings*, 13(8), 1459.
- Mulyaningsih, N., Pramono, C., & P. R. T. (2018). Pengaruh penambahan inhibitor organik ekstrak eceng gondok terhadap laju korosi. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(2), 41.
- Oh, S., Kim, D., et al. (n.d.). The effect of surface roughness on re-passivation and pitting corrosion of super duplex stainless steel UNS S32760. *International Journal of Electrochemical Science*.
- Pal, A., & Das, C. (2023a). Novel use of kitchen waste as corrosion inhibitor for metals. *Chemical Papers*, 77(2), 1107–1127.
- Pal, A., & Das, C. (2023b). Novel use of kitchen waste: Protection of boiler quality steel from corrosion in acidic media using onion waste. *Chemical Papers*, 77(2), 1107–1127. <https://doi.org/10.1007/s11696-022-02549-7>
- Pourbaix, M. (1974). *Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions*. NACE International
- Quraishi, M. A., Chauhan, D. S., & Singh, V. K. (2015). Green corrosion inhibitors: Adsorption and inhibition behavior of organic compounds. *Corrosion Science*, 50(11), 3153–3161.
- Revie, R. W., & Uhlig, H. H. (2008). *Corrosion and corrosion control: An introduction to corrosion science and engineering* (4th ed.). John Wiley & Sons
- Roberge, P. R. (2008). *Corrosion engineering: Principles and practice*. McGraw-Hill Education
- Schweitzer, P. A. (2010). *Fundamentals of corrosion: Mechanisms, causes, and preventative methods*. CRC Press
- Trethewey, K. R., & Chamberlain, J. (1995). *Corrosion for science and engineering* (2nd ed.). Longman