

PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH DELIMA (*PUNICA GRANATUM*) SEBAGAI *INHIBITOR* KOROSI PADA PIPA BAJA KARBON

Reski Nur Ananda^{1*}, Cristy Rahayu Manda¹, Frenly Adhe Pratama¹, Ahmad Imran¹, Fitri Oktafiani², Risna¹

¹Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

²Teknik Instrumentasi dan Elektronika Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

*E-mail: anandanur203@gmail.com

ABSTRACT

*This study investigates the potential of pomegranate peel extract (*Punica granatum*) as an environmentally friendly green corrosion inhibitor to control the corrosion rate of carbon steel pipes. Corrosion of carbon steel can cause economic losses and safety hazards, while conventional synthetic inhibitors generally involve high costs and may have negative environmental impacts. Pomegranate peel was selected because it is an agro-industrial waste rich in bioactive compounds such as tannins, flavonoids, polyphenols, and ellagic acid, which are capable of forming a protective layer on the steel surface. The results show that the addition of pomegranate peel extract with volume variations of 10 mL, 20 mL, and 30 mL reduced the mass loss of carbon steel after the immersion process compared with the sample without inhibitor. The final masses of the samples were 23.98 g, 23.52 g, and 23.91 g, respectively, from the initial mass of 24 g, while the sample without inhibitor decreased to 18.34 g. These findings indicate that pomegranate peel extract has potential as a natural corrosion inhibitor that can reduce the corrosion rate of carbon steel and provide a more environmentally friendly alternative.*

Keywords: *corrosion, inhibitor, pomegranate, carbon steel*

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji potensi ekstrak kulit delima (*Punica granatum*) sebagai *green corrosion inhibitor* ramah lingkungan untuk mengendalikan laju korosi pada pipa baja karbon. Korosi pada baja karbon menimbulkan kerugian ekonomi dan bahaya keselamatan, sementara inhibitor sintesis konvensional memiliki biaya tinggi dan berdampak buruk bagi lingkungan. Kulit delima dipilih karena merupakan limbah agroindustri yang kaya senyawa bioaktif seperti tanin, flavonoid, polifenol, dan asam ellagik yang mampu membentuk lapisan protektif pada permukaan baja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit delima dengan variasi volume 10 mL, 20 mL, dan 30 mL mampu menurunkan kehilangan massa baja karbon setelah proses perendaman dibandingkan dengan sampel tanpa inhibitor. Massa akhir sampel berturut-turut sebesar 23,98 g; 23,52 g; dan 23,91 g dari massa awal 24 g, sedangkan sampel tanpa inhibitor mengalami penurunan massa hingga 18,34 g. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit delima memiliki potensi sebagai inhibitor korosi alami yang dapat mengurangi laju korosi baja karbon serta menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: korosi, inhibitor, delima, baja karbon

PENDAHULUAN

Korosi merupakan salah satu permasalahan serius yang dihadapi dalam industri, terutama pada sistem pipa baja karbon. Proses korosi dapat menimbulkan berbagai konsekuensi negatif seperti kebocoran, kerusakan fasilitas produksi, penurunan efisiensi operasi, hingga kegagalan peralatan yang berakibat pada kerugian ekonomi yang signifikan serta potensi bahaya keselamatan kerja. Oleh karena itu, pengendalian laju korosi menjadi aspek yang sangat penting untuk menjaga efektivitas dan keberlanjutan operasi produksi (Andira et al., 2022).

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam mengendalikan korosi adalah penambahan inhibitor. Inhibitor sintesis, seperti senyawa berbasis amina, imidazolin, maupun kromat, terbukti memiliki efektivitas tinggi. Namun, pemakaian inhibitor sintesis ini tidak lepas dari kelemahan, antara lain biaya produksi yang mahal serta dampak lingkungan yang berbahaya (Angela et al, 2025). Menurut Anjani (2023) kondisi ini mendorong berkembangnya penelitian mengenai *green corrosion inhibitor*, yaitu inhibitor yang berbasis bahan alami, ramah lingkungan, murah, dan mudah diperoleh.

Dalam dekade terakhir, pemanfaatan limbah pertanian dan agroindustri sebagai bahan dasar *green inhibitor* menjadi tren penelitian yang semakin berkembang. Berbagai bahan alami seperti daun, biji, kulit buah, hingga limbah biomassa telah diuji potensinya sebagai inhibitor korosi dengan mekanisme adsorpsi senyawa aktif pada permukaan logam. Penelitian di Indonesia telah melaporkan bahwa ekstrak daun jambu biji dan sirsak dapat menurunkan laju korosi baja karbon secara signifikan pada media air laut (Sa'diyah & Suharti, 2022; Muflihun, 2021; Fahrizal & Sutjahjo, 2019). Begitu pula dengan ekstrak daun pepaya yang mampu menghambat korosi baja karbon dalam media asam dengan efisiensi mendekati 80% (Roni et al., 2022).

Selain daun, limbah kulit buah juga menunjukkan efektivitas yang menjanjikan. Ekstrak kulit buah manggis, rambutan, dan naga merah dilaporkan memiliki kandungan flavonoid, tanin, dan alkaloid yang berfungsi membentuk lapisan protektif pada permukaan baja, sehingga mampu menekan laju korosi dalam media asam maupun air laut (Yufita et al., 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa ekstrak biji nangka memiliki potensi serupa sebagai inhibitor alami dengan mekanisme adsorpsi senyawa organik pada permukaan logam (Anjani, 2022).

Dalam konteks ini, pemanfaatan limbah kulit buah delima (*Punica granatum*) menjadi salah satu solusi potensial. Kulit delima kaya akan senyawa fenolik, flavonoid, tanin, dan asam ellagik yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi serta kemampuan membentuk ikatan dengan

ion logam pada permukaan baja (Elnagar et al., 2023). Menurut Mulyati (2019) beberapa penelitian di Indonesia maupun internasional melaporkan bahwa senyawa-senyawa tersebut mampu berperan sebagai inhibitor alami yang efektif dalam menurunkan laju korosi baja karbon.

Keterbaharuan penelitian ini terletak pada upaya memanfaatkan limbah agroindustri yang bernilai rendah, yaitu kulit buah delima, menjadi produk bernilai tinggi dan aplikatif. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan mengenai *green inhibitor*, tetapi juga menawarkan solusi praktis dan berkelanjutan dalam pengendalian korosi pada baja karbon.

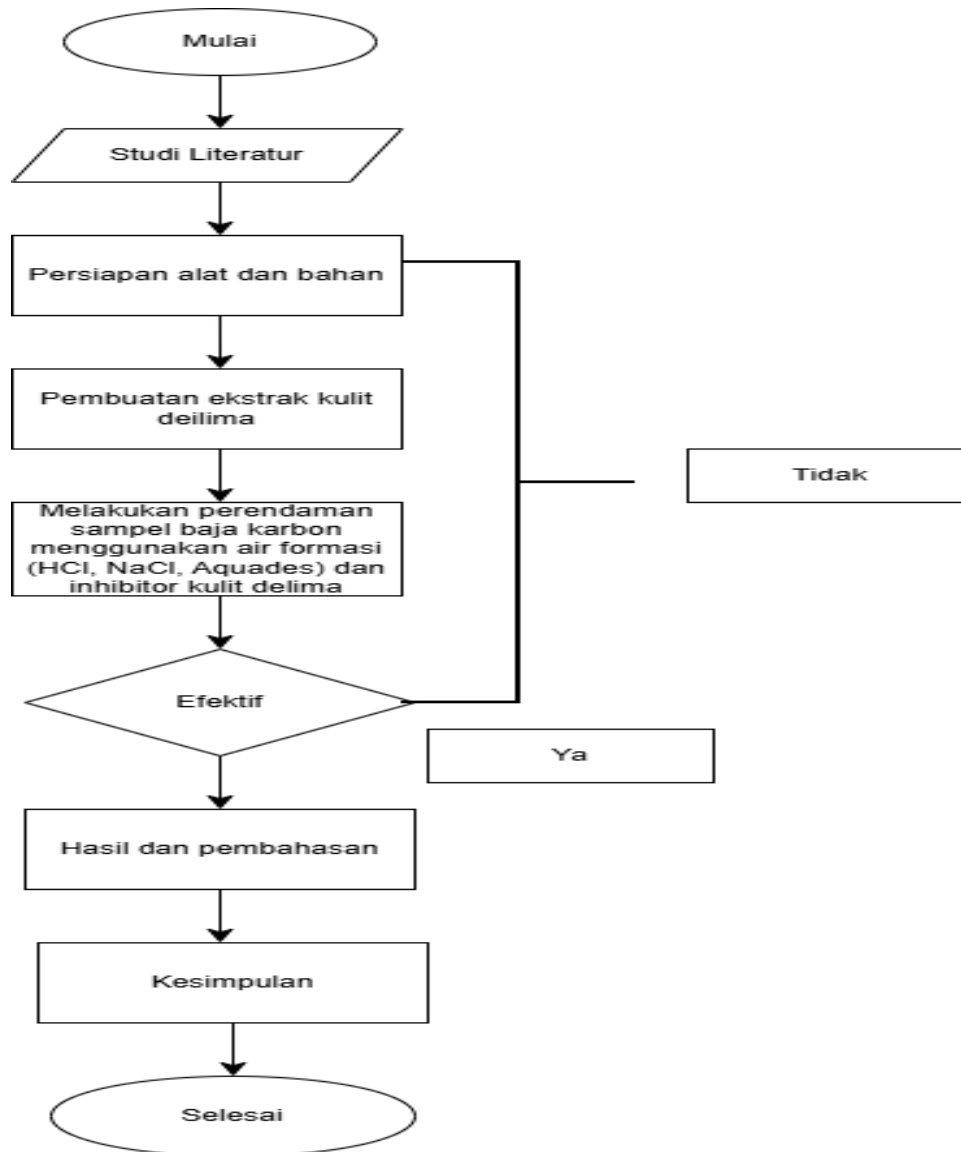
Metode yang digunakan untuk menentukan laju korosi pada penelitian ini adalah metode kehilangan berat (*weight loss method*). Metode ini dilakukan dengan membandingkan massa spesimen logam sebelum dan sesudah proses perendaman dalam media korosif selama waktu tertentu. Selisih massa tersebut menunjukkan jumlah logam yang terkorosi. Semakin besar kehilangan massa yang terjadi maka semakin tinggi laju korosi yang dialami material. Sebaliknya, semakin kecil kehilangan massa menunjukkan bahwa inhibitor mampu menghambat proses korosi pada permukaan baja.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan karakterisasi serta pengujian ekstrak kulit buah delima (*Punica granatum*) untuk mengetahui kandungan senyawa aktif potensial, mengkaji efektivitasnya sebagai inhibitor korosi baja karbon dalam media korosif (NaCl dan/atau HCl), serta menentukan pengaruh variasi konsentrasi ekstrak terhadap laju korosi dan efisiensi penghambatan melalui studi elektrokimia dan analisis permukaan.. Menghasilkan alternatif inhibitor korosi berbasis bahan alami yang ramah lingkungan, murah, dan berkelanjutan sebagai solusi praktis dalam pengendalian korosi pada pipa baja karbon dan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan konsep *green corrosion inhibitor* sekaligus membuka peluang pemanfaatan limbah agroindustri bernilai rendah menjadi produk bernilai tambah khususnya kulit buah delima.

METODE PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen dimana dilakukan pengujian terhadap *corrosion inhibitor* berbahan dasar organik yang terbuat dari ekstraksi kulit delima dengan menggunakan metode maserasi menggunakan pelarut etanol dalam upaya perlambatan laju korosi terhadap pipa baja karbon. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data primer hasil penelitian di laboratorium. Metode yang digunakan dalam menghitung laju korosi adalah metode

kehilangan berat (*weight loss method*). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Perminyakan Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan. Waktu pelaksanaan penelitian diperkirakan selama 2-3 minggu mencakup tahap persiapan bahan, proses ekstraksi, pengujian korosi, serta analisis data hasil percobaan.

Rancangan

Penelitian ini diawali dengan preparasi bahan, yaitu pengumpulan serta pengeringan kulit delima sebagai sumber inhibitor korosi. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi untuk memperoleh senyawa aktif dari kulit delima yang berpotensi menghambat laju korosi. Pada tahap berikutnya dilakukan persiapan spesimen baja karbon yang akan digunakan sebagai material uji. Uji korosi dilakukan melalui metode perendaman untuk mengetahui efektivitas ekstrak kulit delima dalam menghambat proses korosi pada baja. Tahapan terakhir adalah analisis data hasil pengujian untuk mengevaluasi kinerja inhibitor dan menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas kimia yang berfungsi sebagai media perendaman sampel, gelas ukur untuk mengukur volume larutan, serta labu ukur yang digunakan dalam proses pengenceran larutan. Corong hisap digunakan untuk mempermudah pemindahan larutan, sedangkan pipet ukur berfungsi sebagai alat tetes sekaligus pengukur larutan dalam volume kecil. Timbangan digunakan untuk menimbang berat sampel baja karbon sebelum dan sesudah pengujian korosi. Selain itu, blender digunakan untuk menghaluskan kulit delima setelah proses pengeringan, dan oven berfungsi untuk mengurangi kadar air pada kulit delima sehingga siap untuk diekstraksi.

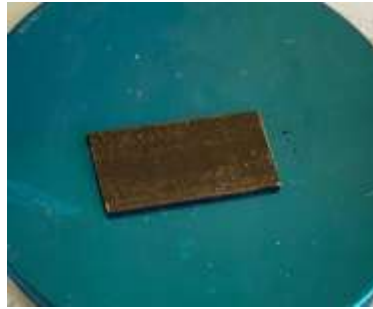
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari kulit buah delima sebagai sumber inhibitor korosi, pelarut etanol 70% untuk melakukan proses ekstraksi, serta aquades sebagai pelarut tambahan. Sampel baja karbon digunakan sebagai material yang diuji ketahanannya terhadap korosi. Selain itu, larutan HCl digunakan sebagai media korosif, dan NaCl dimanfaatkan sebagai pendukung pembentukan lingkungan korosif yang diperlukan dalam proses pengujian.

Prosedur Ekstraksi

Proses persiapan ekstrak kulit delima diawali dengan mencuci kulit delima hingga bersih, kemudian dipotong menjadi ukuran kecil dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40–50°C hingga mencapai berat konstan. Kulit delima yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk halus, lalu ditimbang sebanyak 50 gram. Tahap berikutnya adalah proses maserasi, yaitu merendam 50 gram bubuk kulit delima dalam 500 mL etanol 70% di dalam wadah tertutup rapat. Selama proses maserasi yang berlangsung selama 48 jam, larutan diaduk sebanyak tiga kali sehari untuk memaksimalkan proses ekstraksi senyawa aktif yang terkandung dalam kulit delima.

Persiapan Sampel baja karbon

Persiapan sampel baja karbon dilakukan dengan memotong material menjadi empat bagian dengan berat yang sama sehingga setiap sampel memiliki kondisi awal yang seragam. Setelah itu, masing-masing sampel diberi tanda identitas untuk memudahkan proses pengamatan dan pencatatan hasil selama pengujian korosi berlangsung. Gambar contoh baja karbon ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel baja karbon

Pengujian Ekstrak Kulit Delima Sebagai Inhibitor

Pengujian ekstrak kulit delima sebagai inhibitor korosi diawali dengan menimbang berat awal baja karbon sebagai data dasar sebelum perendaman. Selanjutnya, disiapkan media uji berupa air formasi yang kemudian ditambahkan larutan HCl, NaCl, dan aquades untuk menciptakan kondisi korosif yang sesuai. Sampel baja karbon kemudian direndam dalam media tersebut dengan variasi konsentrasi ekstrak kulit delima sebesar 0 mL, 10 mL, 20 mL, dan 30 mL untuk melihat pengaruh tingkat penambahan inhibitor terhadap laju korosi.

Proses perendaman dilakukan selama 7 hari. Setelah itu, sampel diangkat, dibersihkan, dan ditimbang kembali untuk mengetahui jumlah kehilangan berat. Nilai kehilangan berat tersebut digunakan untuk menghitung laju korosi menggunakan metode *weight loss* sehingga dapat dianalisis efektivitas ekstrak kulit delima sebagai *inhibitor* pada baja karbon.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah pemaparan mengenai hasil pengujian ekstrak kulit buah delima sebagai *inhibitor* korosi pada pipa baja karbon produksi perminyakan.

Ekstraksi Kulit Delima

Untuk membuat ekstrak kulit delima digunakan metode maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi perendaman sampel dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang

akan diambil tanpa perlu adanya pemanasan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses maserasi kulit delima menggunakan pelarut etanol 70%

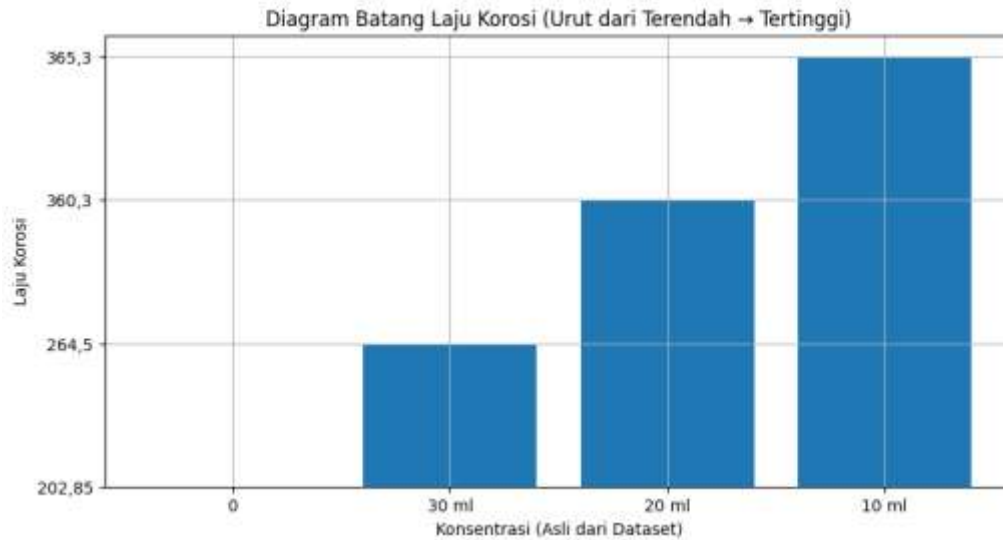
Hasil Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan metode perendaman, media korosi yang digunakan adalah air formasi dengan penambahan HCl dan NaCl untuk mengubah pH menjadi asam. Konsentrasi inhibitor kulit delima yang digunakan adalah 0,10 mL, 20 mL, dan 30 mL, serta waktu yang digunakan adalah 7 hari. Sampel yang diuji ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses perendaman sampel

Setelah dilakukan perendaman laju korosi dihitung menggunakan metode kehilangan berat. Gambar 5 merupakan hasil laju korosi dan pengaruh penambahan konsentrasi *inhibitor* kulit delima.



Gambar 5. Laju korosi vs konsentrasi inhibitor

Berdasarkan hasil pengujian laju korosi menggunakan metode kehilangan berat terhadap empat sampel baja karbon dengan berat awal yang sama yaitu 24 gram, diperoleh bahwa penambahan ekstrak kulit buah delima memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan laju korosi. Pada sampel tanpa penambahan inhibitor, terjadi penurunan massa paling besar yaitu hingga 18,34 gram, yang menunjukkan laju korosi tertinggi karena permukaan logam tidak memiliki perlindungan dan bereaksi langsung dengan media korosif.

Sementara itu, pemberian inhibitor ekstrak kulit delima dengan variasi volume 10 mL, 20 mL, dan 30 mL menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menekan laju korosi. Sampel dengan penambahan 10 mL mengalami pengurangan massa menjadi 23,98 gram, sampel dengan 20 mL turun menjadi 23,52 gram, dan sampel dengan 30 mL turun menjadi 23,91 gram. Nilai ini menunjukkan bahwa ketiga sampel yang diberikan ekstrak delima mengalami penurunan massa yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan sampel tanpa inhibitor seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil mikroskop permukaan sampel

	<p>Permukaan sampel tanpa ekstrak kulit delima</p>
	<p>Permukaan sampel dengan ekstrak kulit delima 10 ml</p>
	<p>Permukaan sampel dengan ekstrak kulit delima 20 ml</p>
	<p>Permukaan sampel dengan ekstrak kulit delima 30 ml</p>

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan ekstrak kulit buah delima dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi pada baja karbon. Efektivitas inhibitor dalam penelitian ini ditunjukkan oleh nilai kehilangan massa (*weight loss*) yang diperoleh dari hasil pengujian perendaman. Sampel yang diberikan ekstrak kulit delima menunjukkan kehilangan massa yang lebih kecil dibandingkan sampel tanpa inhibitor, yang mengindikasikan bahwa penambahan ekstrak mampu menghambat proses korosi pada permukaan baja karbon. Variasi konsentrasi inhibitor juga mempengaruhi tingkat penghambatan korosi, dimana konsentrasi 10 ml mengalami tingkat korosif yang paling rendah yaitu dengan berat awal 24 gram menjadi 23,98 gram hanya kehilangan berat sebesar 0,02 gram .

Perbedaan nilai kehilangan massa pada setiap konsentrasi menunjukkan perbedaan efektivitas inhibitor dalam melindungi permukaan logam dari lingkungan korosif. Dengan demikian, ekstrak kulit buah delima berpotensi digunakan sebagai inhibitor korosi alami untuk

membantu mengurangi laju korosi pada baja karbon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Migas khususnya Laboratorium STT Migas Balikpapan yang telah menyediakan sarana dan prasarana selama kegiatan penelitian ini dan juga penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, serta bimbingan selama proses penelitian ini. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang turut membantu dalam proses pengumpulan data hingga analisis penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andira, R., Zulfazri, Z., Bahri, S., Azhari, A., & Muarif, A. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Daun Rambutan Sebagai Inhibitor Korosi Pada Plat Besi Dalam Media Air Payau. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(3), 11-20.
- Angela F, Harun H, Gazali A. A (2025) Pengaruh Penggunaan Ekstrak Tanin Dari Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Medium Asam Klorida: Pengaruh Penggunaan Ekstrak Tanin Dari Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Medium Asam Klorida. *J Saintis*, 6(1):276–84.
- Anjani, A. D. S. (2023). Pengaruh Inhibitor Alami Dari Biji Nangka Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Tinggi. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 10(1), 1-15.
- Elnagar, M. E., Elabbasy, H. M., & Fouda, A. E. A. S. (2023). Evaluation of Punica granatum extract as an environmentally safe corrosion inhibitor for carbon steel in a solution of 1 M sulfuric acid. *Indian Journal of Chemical Technology (IJCT)*, 30(3), 342-351.
- Fahrizal, Y., & Sutjahjo, D. H. (2019). Pengendalian korosi pada baja rendah karbon (mild steel) dengan inhibitor ekstrak tanin dari daun sirsak pada media air laut dan udara. *JPTM*, 9(1), 9-16.
- Marni, L. G. (2023). Review Pemanfaatan Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) Sebagai Inhibitor Korosi. *JSSIT: Jurnal Sains dan Sains Terapan*, 1(1).
- Muflihun, S. (2021). Studi Pemanfaatan Kulit Semangka Sebagai Aditif Dalam Penanganan Korosi Pada Pipa Flowline Sumur Migas (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Mulyati, B. (2019). Tanin dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 8(1).
- Roni, K. A., Elfidiah, E., Yuliwati, E., & Marselia, B. (2022). Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya L.*) Terhadap Pengaruh Laju Korosi Pada Baja Karbon Dalam Larutan Air Laut. *Jurnal Redoks*, 7(1), 28-35.
- Sa'diyah, J., & Suharti, P. H. (2022). Pemanfaatan Psidium guajava dan Annona muricata sebagai green corrosion inhibitor terhadap penurunan laju korosi pada pipa baja karbon. *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 883–889.
- Sianturi, R. L., Suyati, L., & Astuti, Y. (2021). Korosi Besi dengan Elektrolit H₂SO₄ dan Karakterisasi Produk. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 1(2), 39-42.
- Yufita, E., Nur, M. I., Fatriah, F., & Jalil, Z. (2022). Pengaruh Ekstrak Kulit Buah Naga Merah

dan Daun Trembesi sebagai Penghambat Korosi pada Baja A36 dalam Larutan HCl 3%.
Indonesian Journal of Applied Physics, 12(1), 99-107.