



Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok sebagai Inhibitor Korosi pada Baja St40 Menggunakan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) di Lingkungan NaCl 3,56%

[Utilization of Cigarette Butts Waste as Corrosion Inhibitor on St40 Steel Using Microwave Assisted Extraction (MAE) Method in 3.56% NaCl Environment]

Ikhсан Akmal Alatif, Rahma Puspa Permatasari, Rahma Nurulgina✉, Zahrotul Filza Adzkie, Puri Andayani, Sabrina Aisyah Putri, Adinda, Dhyna Analyses Trirahayu, Kunlestiowati Hadiningrum

Politeknik Negeri Bandung, Teknik Kimia – Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

Abstract. Corrosion is a problem that occurs in many industries and causes large losses. The use of corrosion inhibitors is one way to reduce or inhibit corrosion. Cigarette butt waste extract can be utilized as an organic corrosion inhibitor. This study aims to determine the yield of cigarette butt waste extract, the content of cigarette butt waste extract produced using the MAE method qualitatively, determine the optimum conditions for the extraction process with the MAE method based on variations in microwave power of 150 and 300 watts and calculate the efficiency of corrosion inhibitors and the effect of compounds contained in cigarette butt waste extract in 3.56% NaCl environment. The optimum MAE condition was 150 watts and 15 minutes, with an extract yield of 54.38%. Based on the GC-MS test, it is known that cigarette butts waste extract contains alkaloid, terpenoid, and phenol compounds as corrosion inhibitor compounds. Based on corrosion inhibitor testing, the addition of cigarette butt waste extract corrosion inhibitors can suppress or reduce the corrosion rate that occurs on metals with an inhibitor efficiency of 79.19% in non-aerated conditions and 71.53% in aeration with an inhibitor concentration of 1000 ppm in a 3.56% NaCl environment.

Keywords: *Cigarette butts, MAE, corrosion inhibitor, NaCl 3.56%*

Abstrak. Korosi merupakan permasalahan yang banyak terjadi di kalangan industri serta menyebabkan kerugian dengan jumlah besar. Penggunaan inhibitor korosi salah satu cara untuk mengurangi atau menghambat terjadinya korosi. Ekstrak limbah puntung rokok dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen ekstrak limbah puntung rokok, kandungan ekstrak limbah puntung rokok yang dihasilkan menggunakan metode MAE secara kualitatif, menentukan kondisi optimum proses ekstraksi dengan metode MAE berdasarkan variasi daya microwave sebesar 150 dan 300 watt, serta menghitung efisiensi inhibitor korosi dan pengaruh senyawa yang terkandung dari ekstrak limbah puntung rokok di lingkungan NaCl 3,56%. Diperoleh kondisi optimum MAE yaitu 150 watt 15 menit dengan menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 54,38%. Berdasarkan uji GC-MS diketahui bahwa ekstrak limbah puntung rokok mengandung senyawa alkaloid, terpenoid, dan fenol sebagai senyawa inhibitor korosi. Berdasarkan pengujian inhibitor korosi, penambahan inhibitor korosi ekstrak limbah puntung rokok dapat menekan atau mengurangi laju korosi yang terjadi pada logam dengan efisiensi inhibitor 79,19% pada kondisi non-aerasi dan 71,53% pada aerasi dengan konsentrasi inhibitor 1000 ppm di lingkungan NaCl 3,56%.

Kata kunci: *Puntung rokok, MAE, inhibitor korosi, NaCl 3,56%*

Diterima: 22 Agustus 2024, Disetujui: 3 Januari 2025

Sitasi: Alatif, I. A., Permatasari, R.P., Nurulgina, R., Adzkie, Z. A., Andayani, P., Putri, S. A., Adinda., Trirahayu, D. A., Hadiningrum, K., (2024). Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja St40 Menggunakan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) di Lingkungan NaCl 3,56%. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 10(3): 244-250.

✉ Corresponding author

E-mail: rahma.nurulgina.tkp22@polban.ac.id

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2024.v10.i3.17394>



LATAR BELAKANG

Korosi merupakan proses degradasi atau penurunan kualitas material yang disebabkan oleh reaksi kimia antara logam dan lingkungannya (Leonard, 2015). Proses ini dapat terjadi pada semua jenis material logam dan berlangsung secara perlahan, yang mengakibatkan batasan pada umur pakai material tersebut. Material yang seharusnya dapat digunakan dalam jangka waktu lama sering kali memiliki umur yang lebih pendek daripada yang diperkirakan. Korosi adalah masalah yang merugikan dan memerlukan perhatian khusus karena dampak negatif yang ditimbulkannya. Mengingat bahwa korosi adalah proses alami yang tidak dapat dihindari, langkah yang dapat diambil adalah mengendalikan dan mengurangi laju korosi, sehingga produk dapat berfungsi secara efisien sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan (Tampubolon et al., 2020).

Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya. Pada prakteknya, jumlah yang di tambahkan adalah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu (Yanuar et al., 2016). Inhibitor korosi menurut bahan pembuatannya dibagi menjadi dua yaitu inhibitor dengan bahan baku alami dan inhibitor buatan (Mardiah et al., 2017). Inhibitor alami yaitu inhibitor yang terbuat dari bahan organik yang dapat diperbarui seperti contohnya tanaman dan buah-buahan, maupun limbah. Salah satu limbah yang dapat diekstrak sebagai inhibitor korosi adalah limbah puntung rokok.

Ekstrak limbah puntung rokok dapat didapatkan dengan ekstraksi padat cair bisa

juga dilakukan dengan bantuan gelombang mikro, yaitu dengan metode MAE. *Microwave Assisted Extraction* (MAE) MAE yaitu proses ekstraksi dengan menggunakan bantuan gelombang mikro. Keunggulan metode MAE yaitu waktu ekstraksi yang lebih singkat, menghasilkan yield yang lebih besar, penggunaan energi yang lebih kecil, serta hemat biaya karena berkurangnya jumlah penggunaan pelarut. Pada penelitian sebelumnya dengan judul "Ekstraksi Daun Tembakau Dengan Metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*) sebagai Inhibitor Korosi Pada Lingkungan NaCl 3,5%" menjelaskan bahwa hasil yang didapatkan berupa ekstrak daun tembakau positif mengandung alkaloid dan tannin, dengan kadar nikotin 96,09% pada pelarut etanol dan 95,54% pada pelarut metanol (Sihombing et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah puntung rokok, NaCl 3,56%, Ethanol 96%, Baja St 40, aquades, HCl 5%, NaOH 10%, dan reagen (wagner, mayer, dragendroff). Sementara itu, peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, labu leher 1, *microwave*, kondensor, *rotary vacuum evaporator*, oven dan termokopel.

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku dan benda kerja

Limbah puntung rokok yang telah dikumpulkan kemudian diambil tembakaunya dan dikeringkan menggunakan oven vacuum dengan suhu 50°C selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan analisis kadar air pada serbuk tembakau dengan metode gravimetri

Benda kerja yang digunakan adalah Baja Karbon St 40. Logam Baja St 40 berdimensi 10

x 50 x 100 mm kemudian Baja karbon St 40 dibersihkan dengan menggunakan mesin gerinda. Kemudian dibersihkan secara kimiawi produk korosi dengan pickling dalam larutan HCl 5%, serta dibersihkan lemak dengan degreasing dalam larutan NaOH 10%, dan dicuci dalam air bersih.

Proses ekstraksi

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode MAE pada daya microwave sebesar 150 dan 300 watt, serta dengan pelarut etanol 96%. Rasio feed to solvent adalah 1:5 (Aini et al., 2019). Pelarut dan serbuk limbah puntung rokok dicampurkan dalam labu leher satu, dimasukkan dalam microwave dan diatur daya serta waktu ekstraksinya. Waktu ekstraksi adalah 5,10,15, dan 20 menit. Selanjutnya dilakukan proses filtrasi yang bertujuan untuk memisahkan antara cairan (fibrat) dan residu hasil ekstraksi menggunakan kertas saring. Kemudian filtrat hasil penyaringan dievaporasi (penguapan) menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary vacuum evaporator*).

$$\text{Rendemen ekstrak} = \frac{\text{massa ekstrak}}{\text{massa total}} \times 100 \dots\dots(1)$$

Proses pengujian inhibitor

Simulasi lingkungan korosif air laut berupa larutan NaCl 3.56% dibuat dengan melarutkan NaCl sebanyak 175 gram ke dalam 5 liter aquadest. Larutan Induk dengan konsentrasi 5.000 ppm sebanyak 1 liter dibuat dalam larutan NaCl 3,56%. Selanjutnya disiapkan 10 gelas kimia berisi 250 ml larutan NaCl 3,56% yang telah diberi ekstrak tembakau sesuai dengan konsentrasi yang disiapkan. Plat baja karbon dengan berat awal (a gram) dan luas tertentu dicelupkan ke dalam larutan ekstrak dengan kondisi aerasi dan non aerasi. Waktu proses pengkorosian dicatat, dan kondisi larutan difoto setiap hari selama 7 hari.

Selanjutnya, logam dibersihkan dalam larutan NaOH 10%, dibilas, dikeringkan pada 70°C selama 5 menit, dan ditimbang untuk mendapatkan berat akhir (b gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstraksi

Hasil dari proses ekstraksi ini memiliki volume ekstrak yang bervariasi sehingga rendemen (*yield*) ekstrak yang dihasilkanpun bervariasi. Tabel 1 menunjukkan hasil variasi waktu dan rendemen yang diperoleh dari masing-masing ekstraksi.

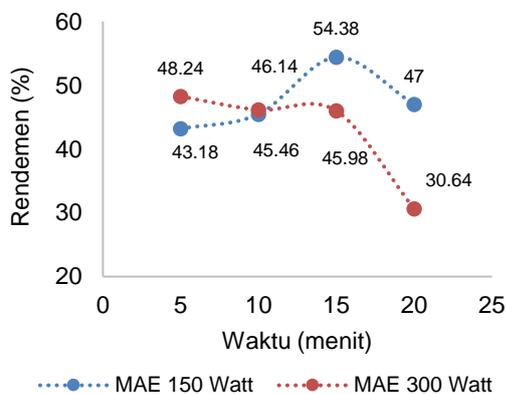
Tabel 1. Data rendemen ekstrak limbah puntung rokok

Metode	Waktu (menit)	Rendemen (%)	Suhu Ekstrak (°C)
MAE 150 Watt	5	43,18	44,4
	10	45,46	62,6
	15	54,38	74,8
	20	47	79,4
MAE 300 Watt	5	48,24	63,8
	10	46,14	69,5
	15	45,98	70,4
	20	30,64	80

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa peningkatan daya yang digunakan akan menyebabkan peningkatan suhu ekstraksi yang dapat mencapai kondisi optimum untuk menghasilkan rendemen tertinggi, setelah itu akan terjadi penurunan rendemen ekstrak yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena suhu pemanasan pada MAE 150 dan 300 watt yang meningkat seiring berjalannya waktu ekstraksi hingga mendekati dan bahkan melebihi titik didih pelarut yaitu etanol. Rendemen terbaik yang dihasilkan yaitu pada daya 150 watt dengan waktu 15 menit sebesar 54,38%.

Pengaruh Daya Microwave terhadap Hasil Rendemen Ekstrak

Daya 150 watt dengan waktu ekstraksi selama 15 menit menghasilkan rendemen (*yield*) tertinggi yaitu 54,38%, sedangkan pada daya 300 watt diperoleh nilai rendemen tertinggi dengan waktu ekstraksi selama 5 menit sebesar 48,24% (Gambar 1). Rendemen yang didapat dari kedua variasi daya tersebut menunjukkan penurunan, fenomena ini terjadi karena daya *microwave* yang semakin besar, yang menyebabkan suhu sistem mencapai 80°C dalam waktu 20 menit. Panas yang melebihi titik didih pelarut dapat menyebabkan perubahan fasa pada pelarut menjadi uap yang tidak terkondensasikan sempurna, sehingga rendemen akan menurun. Optimalisasi waktu ekstraksi meningkatkan kontak antara pelarut dan bahan, sehingga lebih banyak senyawa dapat diekstraksi. Namun, setelah mencapai waktu optimum, penambahan waktu tidak lagi meningkatkan hasil ekstraksi.



Gambar 1. Hubungan daya dan waktu ekstraksi terhadap rendemen ekstrak.

Pengujian Kandungan Senyawa Alkaloid

Ekstrak dianalisis fitokimia untuk menunjukkan data kualitatif adanya kandungan alkaloid pada hasil ekstrak. Uji fitokimia pada penelitian kali ini menggunakan beberapa reagen yaitu reagen Mayer, Wagner,

dan Dragendorff. Hasil uji dinyatakan positif alkaloid bila dengan pereaksi Mayer terbentuk endapan putih kekuningan, endapan coklat dengan pereaksi Wagner, dan endapan merah hingga jingga dengan pereaksi Dragendorff. Tabel 2 menunjukkan hasil uji fitokimia.

Tabel 2. Hasil uji fitokimia

Sampel	Waktu Ekstraksi (menit)	Pereaksi	Keterangan	Gambar Sampel
Ekstrak Tembakau (150 W)	5	Mayer	-	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	10	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	15	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	20	Mayer	-	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
Ekstrak Tembakau (300 W)	5	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	10	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	15	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	
	20	Mayer	+	
		Wagner	+	
		Dragendorff	+	

Kandungan Senyawa

Hasil kandungan senyawa-senyawa yang dapat dijadikan inhibitor korosi yang terdapat di dalam sampel ekstrak ditunjukkan pada Tabel 3.

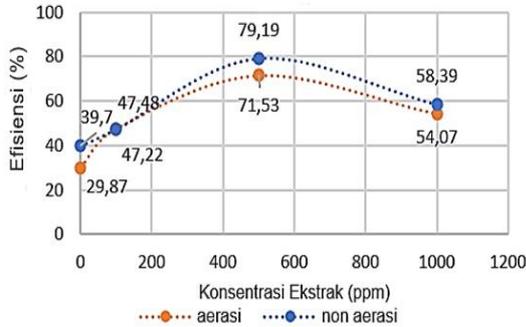
Tabel 3. Kandungan senyawa antioksidan

Sampel	Nama Senyawa	Area Sum	Kelompok
Ekstrak Tembakau (150 W)	Eugenol	13,45	Fenol
	Prohlene Glycol	25,65	Terpenoid
	Nicotine	48,93	Alkaloid
Ekstrak Tembakau (300 W)	Prohlene Glycol	21,46	Terpenoid
	Eugenol	25,12	Fenol
	Nicotine	39,22	Alkaloid

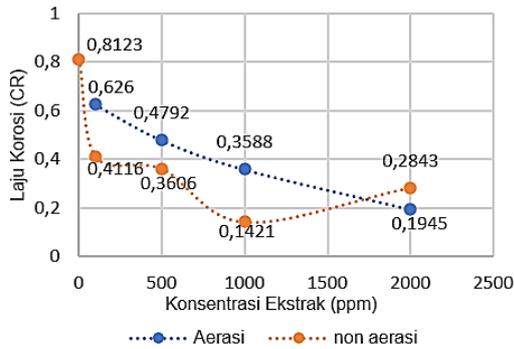
Dari Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian GC-MS membuktikan bahwa terdapat senyawa antioksidan yaitu alkaloid, terpenoid, dan fenol yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi alami yang berasal dari limbah puntung rokok.

Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor Korosi

Perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibitor dari pengujian sampel yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hubungan antara konsenstrasi ekstrak dan kondisi lingkungan dengan efisiensi inhibitor korosi



Gambar 3. Hubungan antara konsenstrasi ekstrak dan kondisi lingkungan dengan laju korosi

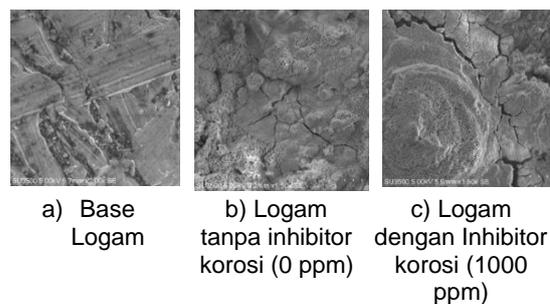
Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak tembakau dalam meningkatkan efisiensi inhibitor korosi yaitu banyak inhibitor korosi yang dicampurkan pada media korosi maka akan menekan angka laju korosi menjadi lebih kecil, hal ini disebabkan karena adanya senyawa nikotin pada ekstrak yang dapat membentuk lapisan pasif yang megakibatkan kurangnya kontak benda kerja dengan lingkungan korosifnya, pada penelitan ini didapatkan pada konsentrasi 1000 ppm pada kondisi non aerasi menghasilkan efisiensi terbesar yaitu 79,19% dan pada kondisi aerasi

menghasilkan efisiensi 71,53%, hasil yang didapatkan telah sesuai dengan referensi yang digunakan dari Devianto *et al.* 2023 yang menyatakan bahwa green inhibitor dengan konsentrasi 1000-2000 ppm akan memberikan efisiensi sekitar 24-69%. Efisiensi ini juga menyimpulkan bahwa ekstrak yang dihasilkan dengan metode MAE memberikan hasil yang lebih bagus dalam hal penurunan laju korosi.

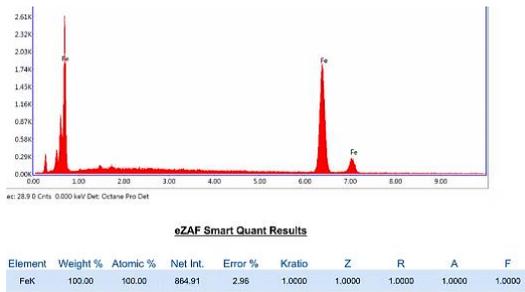
Morfologi dan Komposisi Logam Baja St 40

Pengujian SEM-EDX dilakukan pada pelat logam baja St 40 sebelum dan sesudah proses korosi dan pada medium korosif uang telah ditambahkan inhibitor korosi. Hasil dari uji SEM dengan perbesaran 2000x ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan hasil pengujian EDX ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil uji SEM pada Gambar 4, permukaan logam pada logam a (base logam) terlihat lebih halus hanya ada sedikit goresan hasil pengamplasan, dibanding sesudah proses pengkorosian, sedangkan pada logam b (logam tanpa inhibitor korosi) atau logam sesudah proses korosi dapat dilihat permukaan logam tidak rata atau strukturnya tidak halus, dan adanya keretakan yang disebabkan oleh karat yang terbentuk, kemudian pada logam c (logam dengan inhibitor korosi) dapat dilihat adanya gumpalan yang terbentuk, gumpalan tersebut merupakan lapisan pasif yang melindungi logam dari serangan korosi.



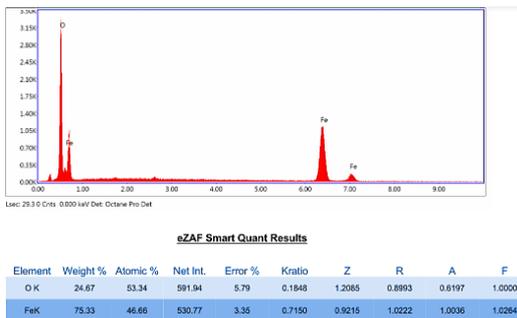
Gambar 4. Hasil pengujian SEM pada logam baja St 40



a) Base logam



b) Logam tanpa inhibitor korosi (0 ppm)



c) Logam dengan Inhibitor Korosi (1000 ppm)

Gambar 5. Hasil pengujian EDX pada logam baja St 40

Hasil uji EDX pada Gambar 5 menunjukkan sebelum dilakukan pengkorosian pada logam a (base logam) didapatkan berat komposisi unsur Fe pada logam masih 100% sedangkan saat dilakukan pengkorosian pada logam b (logam tanpa inhibitor korosi) ditemukannya senyawa baru yaitu NaCl dan Fe₂O₃. NaCl yang terbaca pada alat EDX merupakan lingkungan yang digunakan pada penelitian hal ini sesuai dengan penelitian (Rahmaniah, 2023) Adanya unsur Na dan Cl mengindikasikan bahwa terjadinya reaksi

antara besi A36 dengan lingkungan korosifnya yaitu NaCl 3,56%, sedangkan Fe₂O₃ merupakan produk karat yang terbentuk, dan pada logam c (logam dengan inhibitor korosi) adanya senyawa baru pula yaitu Fe₂O₃ yang biasa disebut karat, pada logam c ini dapat disimpulkan bahwa tidak adanya senyawa NaCl yang terbentuk dikarenakan lingkungan korosif tidak dapat menembus lapisan inhibitor korosi yang terbentuk.

KESIMPULAN

Ekstraksi limbah puntung rokok menggunakan metode MAE, disimpulkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh pada daya 150 watt dengan waktu 15 menit (54,38%) dan pada daya 300 watt dengan waktu 5 menit (48,24%). Suhu ekstraksi yang terlalu tinggi dapat mengurangi rendemen karena pemanasan yang berlebihan dapat menyebabkan pelarut etanol menguap. Berdasarkan hasil pengujian GC-MS pada, terdapat senyawa antioksidan yaitu alkaloid, terpenoid, dan fenol yang berpotensi sebagai inhibitor korosi alami. Hasil pengujian efisiensi inhibitor pada lingkungan NaCl 3,56% menunjukkan bahwa konsentrasi 1000 ppm pada kondisi non-aerasi menghasilkan efisiensi tertinggi yaitu 79,19%, sementara pada kondisi aerasi menghasilkan efisiensi 71,53%. Berdasarkan pengujian SEM-EDX pada pelat logam baja St 40, permukaan logam dengan inhibitor korosi memiliki lapisan pasif yang dapat melindungi dari kerusakan korosif, sedangkan logam tanpa inhibitor terdapat keretakan yang disebabkan oleh karat yang terbentuk. Hasil EDX menunjukkan bahwa pada logam dengan inhibitor korosi tidak adanya senyawa NaCl yang terbentuk dikarenakan lingkungan korosif tidak dapat

menembus lapisan inhibitor korosi yang terbentuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Vokasi dan Politeknik Negeri Bandung yang telah mendanai serta mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Zubaidah, N., & Mirzayanti, Y. W. (2019). Ekstraksi Minyak Atsiri Tembakau (*Nicotiana tabacum* L) dengan Menggunakan Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE). *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya (SNKP)*, November, 1–7, hlm. 236-242.
- Devianto, H., Nurdin, I., Widiatmoko, P., Silvia, D., & Prakarsa, C. (2023). Tobacco Extract for Inhibition of Carbon Steel Corrosion in H₂S-contained NaCl Solution. *International Journal of Technology*, 14(5), 1167–1176. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i5.5272>
- Leonard, J. (2015). Distribusi Tingkat Karat Dan Laju Korosi Baja St 37 Dalam Lingkungan Air Laut Dan Air Tanah. *Jurnal Mekanikal*, 6(1), 564-568.
- Mardiah., Lapua, E.P., Wahyudiantara, I.P., Iqbal, M., Lestari, I., Sakinah, N., Sambaliung No, J., & Gunung Kelua, K. (2017). Studi Laju Korosi Logam Aluminium Dengan Penambahan Inhibitor Dari Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) Dalam Larutan NaOH. *Jurnal Chemurgy*, 1(2).
- Sihombing, R.P., Tamba A.P., Renata, C.A., Ngatin, A. (2022). Ekstraksi Daun Tembakau Dengan Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Lingkungan NaCl 3,5%. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 13-14 Juli 2022, hlm. 807-812.
- Rahmaniah, R., Rani, S. R. A., Abidin, K., Fitriyanti, F., & Ratih, R. (2023). Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami Ekstrak Limbah Kulit Jagung Terhadap Laju Korosi Material Baja St 37 Dalam Medium NaCl 3%. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 17(1), 116-127.
- Tampubolon, M., Ganda Gultom, R., Siagian, L., Lumbangaol, P., & Manurung, C. (2020). Laju Korosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Proses Pencelupan Pada Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) dan Asam Klorida (HCl) dengan Waktu Bervariasi. *SPROCKET Journal of Mechanical Engineering*, 2(1), 13-21. <https://doi.org/https://doi.org/10.36655/sproket.v2i1.294>.
- 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 ITS*, 5(2).