

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF ORGANIC AND INORGANIC INHIBITORS IN REDUCE THE CORROSION RATE OF RADIATOR MATERIALS

(PERBANDINGAN EFISIENSI INHIBITOR ORGANIK DAN ANORGANIK PADA PENURUNAN LAJU KOROSI MATERIAL RADIATOR)

Kurnia Hastuti^{1*}, Argak Dwi Wandana¹, Dody Yulianto¹, Dedikarni¹, Jhonni Rahman¹, Irwan Anwar¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution Pekanbaru, Indonesia

*Corresponding author: kurnia@eng.uir.ac.id

ABSTRACT

The radiator is a system or component that keeps the engine temperature in ideal condition. Inorganic inhibitors have been proven to reduce corrosion rate but have a negative effect because the material is not environmentally friendly and toxic. Based on this, the use of inorganic inhibitors needs to be limited. This study will compare the efficiency of organic and inorganic inhibitors in reducing the corrosion rate. The inorganic inhibitor used is Sodium Chromate (Na_2CrO_4) with concentrations of 0.5%, 0.7%, and 0.9%. Meanwhile, the organic inhibitors were Cottonseed Oil with various concentrations of 25%, 30%, and 35% for 21 days of immersion in each inhibitor. Furthermore, it will be tested for corrosion resistance with ordinary water media. The lowest sodium chromate corrosion rate test results at a concentration of 0.9% with a value of 0,0815 mm/y (efficiency 62.8%). The lowest corrosion rate at a concentration of 25% with grades 0,1614 mm/y (efficiency 27.3%). This study shows that the best efficiency comparison is still seen in the inorganic inhibitor sodium chromate, wherever the corrosion rate is lower at each concentration.

Keywords: corrosion, cottonseed oil, organic and inorganic inhibitors, sodium chromate.

ABSTRAK

Radiator adalah suatu sistem atau komponen yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi ideal. Inhibitor anorganik telah terbukti dapat menurunkan laju korosi namun memiliki efek negatif karena materialnya yang tidak ramah lingkungan dan bersifat racun. Berdasarkan hal tersebut maka penggunaan inhibitor anorganik perlu dibatasi. Pada penelitian ini akan dibandingkan efisiensi inhibitor organik dan anorganik dalam menurunkan laju korosi. Inhibitor anorganik yang digunakan adalah natrium kromat (Na_2CrO_4) dengan konsentrasi 0,5%, 0,7%, dan 0,9%. Sedangkan inhibitor organik adalah minyak biji kapas dengan variasi

konsentrasi yaitu 25%, 30% dan 35% dengan waktu perendaman 21 hari. Selanjutnya akan diuji ketahanan korosi dalam media air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju korosi terendah pada media dengan penambahan inhibitor natrium kromat adalah pada konsentrasi 0,9% yaitu 0,0815 mm/y (dengan efisiensi inhibisi 62.8%). Laju korosi terendah pada konsentrasi 25% minyak biji kapas dengan nilai 0,1614 mm/y (dengan efisiensi inhibisi 27.3%). Penelitian ini menunjukkan efisiensi perbandingan terbaik masih diperlihatkan oleh inhibitor anorganik Na_2CrO_4 .

Kata kunci: inhibitor organik dan anorganik korosi, , minyak biji kapas, natrium kromat.

PENDAHULUAN

Sistem pendingin dalam mesin kendaraan adalah suatu sistem atau komponen yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi ideal yaitu pada rentang temperature 80° sampai dengan 90° C. Sistem pendingin terbagi menjadi dua, yaitu sistem pendingin udara (*air cooling*) dan sistem pendingin air (*water cooling*). Pada sistem pendingin air digunakan cairan fluida berupa *coolant* untuk membantu proses pendinginan mesin, sehingga ditambahkan suatu sistem radiator pada kendaraan bermotor (roda dua, empat atau lebih) yang bertujuan untuk mempercepat proses pendinginan (Samuel, 2020).

Proses pendinginan pada mobil akan terjadi secara terus menerus selama mesin bekerja. Karena itu sangat penting untuk menjaga sistem pendingin tetap dalam keadaan baik dan berfungsi dengan benar. Beberapa permasalahan yang sering dihadapi pada sistem pendingin adalah kebocoran saluran sistem pendingin, tersumbatnya pipa-pipa radiator, korosi pada komponen sistem pendingin serta *overheating* yang dapat menyebabkan mesin kendaraan macet

(Muhammad, 2019).

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trethewey, 1991). Korosi dapat dicegah salah satu dengan cara menambahkan inhibitor. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mencegah korosi dengan penambahan inhibitor baik organik maupun anorganik.

Saifudin dkk (2016) telah meneliti penambahan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 2-7% dan Hexamethylene-etramin ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$) dengan konsentrasi 2-4% sebagai inhibitor untuk mencegah korosi pada radiator. Diperoleh hasil bahwa HNO_3 mampu menurunkan laju korosi paling rendah dari 0,002207 mmpy menjadi 0,00171 mmpy. Sedangkan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ mampu menurunkan korosi paling rendah pada 0,002207 mmpy menurun menjadi 0,001411 mmpy.

Muhammad Akyas dkk (2020) menggunakan inhibitor sodium kromat/natrium kromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) untuk menurunkan laju korosi pada aluminium dan paduan aluminium. Penelitian ini menunjukkan bahwa ion kromat bertindak sebagai inhibitor tipe campuran dan sangat baik untuk menghambat korosi. Penambahan

natrium kromat 0,3% - 0,7% telah menurunkan laju korosi dari 0,0084 mmpy menjadi 0,0043 mmpy. Dengan demikian penggunaan inhibitor natrium kromat dapat memperpanjang umur/waktu pemakaian radiator aluminium.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Mudabirulhakim (2020), menggunakan inhibitor organik untuk menurunkan laju korosi pada radiator. Pada penelitian ini inhibitor organik yang digunakan adalah minyak biji kapas karena mengandung trigliserida, fosfolipid, asam lemak bebas sterol, asam oleat, asam linoleat, asam palmitat, serta asam stearat. Inhibitor ditambahkan pada konsentrasi 10%, 15%, serta 20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju korosi terbaik didapat pada spesimen yang telah diberi inhibitor dengan konsentrasi 20% yaitu sebesar 0,226 mmpy dengan efisiensi inhibisi 58,98%.

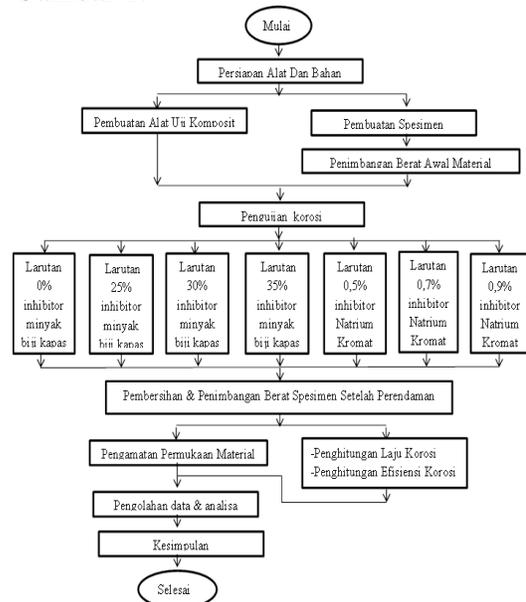
Penelitian lain yang dilakukan oleh Mutiara (2021) menggunakan minyak biji karet sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam media CO₂.

Berdasarkan penelitian tersebut terlihat bahwa inhibitor anorganik Na₂Cr₂O₇, HNO₃ dan C₆H₁₂N₄ menghasilkan proteksi korosi yang lebih baik dibanding inhibitor organik minyak biji kapas dan minyak biji karet. Namun demikian penggunaan inhibitor anorganik perlu dibatasi karena adanya efek negatif seperti pengaruh buruk pada lingkungan dan bersifat racun. Karena itu maka perlu terus dilakukan penelitian untuk menggantikan inhibitor anorganik

dengan inhibitor organik. Pada penelitian ini akan dibandingkan inhibitor organik dan anorganik dengan konsentrasi penambahan inhibitor lebih tinggi. Material radiator yang digunakan adalah aluminium.

METODOLOGI

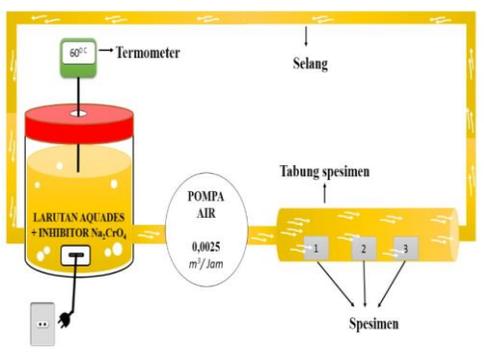
Pada penelitian ini digunakan material aluminium yang sama dengan material radiator dengan media pengkorosi adalah aquadest. Uji korosi dilakukan dalam aquadest tanpa penambahan inhibitor dan dalam aquadest yang ditambahkan inhibitor minyak biji kapas dengan variasi konsentrasi 25%, 30% dan 35%. Pada pengujian lain, aquadest ditambah dengan Na₂Cr₂O₇ sebagai inhibitor dengan konsentrasi 0.5%, 0.7% dan 0.9%. Secara lengkap prosedur penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Komponen radiator di potong dengan dimensi ukuran panjang, lebar dan tebal $4,5\text{mm} \times 2\text{mm} \times 0,25\text{mm}$ sebanyak 21 buah

Spesimen diletakan dalam tabung yang didalamnya dialirkan aquadest dari pompa dengan debit $0,0025\text{ m}^3/\text{jam}$. Aquadest telah dicampur dengan inhibitor sesuai konsentrasi yang telah ditetapkan dan suhu sistem suhu sistem dijaga konstan pada $50^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$. Pengujian dirancang seperti pada Gambar 2. Waktu pengujian maksimal adalah 21 hari.



Gambar 2. Rangkaian alat uji korosi.

Proses pengujian korosi dilakukan seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian korosi

Proses perhitungan laju korosi kemudian menggunakan nilai dari data penurunan berat pengujian material

$$CR = \frac{K \times W}{A \times t \times \rho} \quad (1)$$

Keterangan :

- CR = laju korosi (mm/y)
- K = Konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$)
- W = Massa jenis material uji (gram)
- T = Waktu Perendaman (hari)
- ρ = massa jenis aluminium ($2,7\text{ gram/cm}^3$)

Sedangkan efisiensi korosi dihitung dengan Persamaan 2.

$$\text{Ef. Inhibitor} = \frac{CR_0 - CR_{inh}}{CR_0} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

- CR_0 = laju korosi tanpa inhibitor (mm/y)
- CR_{inh} = Laju korosi dengan inhibito (mm/y)

HASIL DAN PEMBAHASAN

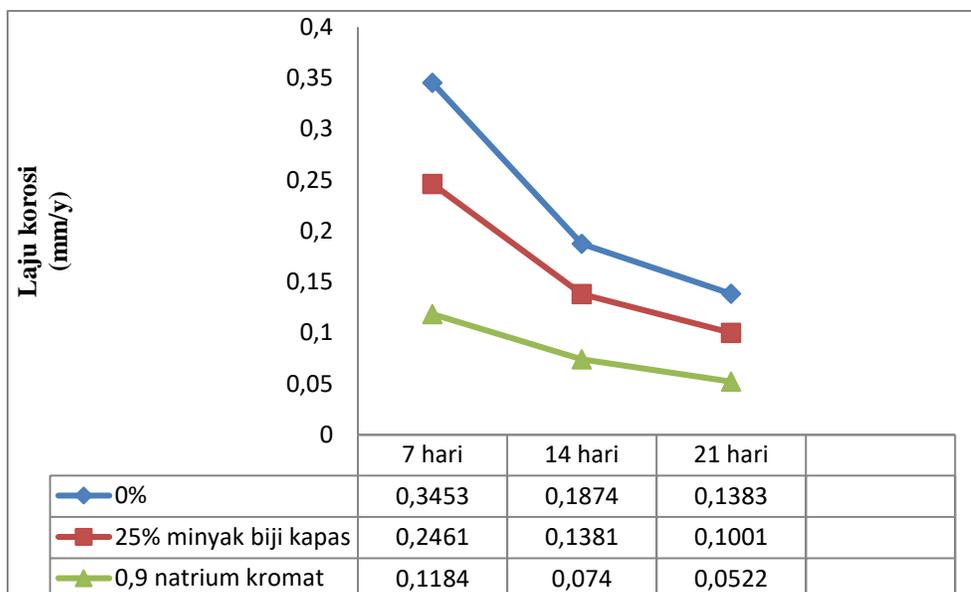
Tabel 1 memperlihatkan laju korosi material aluminium pada berbagai kondisi pengujian yaitu tanpa inhibitor, dengan penambahan inhibitor anorganik dan inhibitor organik pada berbagai kondisi.

Tabel 1. Laju korosi pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi bervariasi.

Jenis Inhibitor	Kisentrasi Inhibitor	Waktu Perendaman		Laju Korosi (mm/y)
		Jam	Hari	
Air Biasa	0%	168	7	0,3453
		336	14	0,1874
		480	21	0,1383
		Rata- rata		0,2236
Minyak Biji Kapas	25%	168	7	0,2461
		336	14	0,1381
		480	21	0,1001
	Rata- rata		0,1614	
	30%	168	7	0,2762
		336	14	0,1628
		480	21	0,1277
	Rata- rata		0,1889	
	35%	168	7	0,2861
		336	14	0,1726
		480	21	0,1346
	Rata- rata		0,1977	
Natrium Kromat (Na ₂ CrO ₄)	0,5%	168	7	0,1776
		336	14	0,0986
		480	21	0,0690
	Rata- rata		0,1150	
	0,7%	168	7	0,1480
		336	14	0,0838
		480	21	0,0621
	Rata- rata		0,0979	
	0,9%	168	7	0,1184
		336	14	0,0740
		480	21	0,0522
	Rata- rata		0,0815	

Tabel 1 memperlihatkan bahwa laju korosi terendah pada penambahan inhibitor Na₂Cr₂O₇ diperoleh pada konsentrasi 0,9% dengan nilai rata-rata 0,0815 mm/y. Sedangkan penggunaan minyak bijih kapas pada

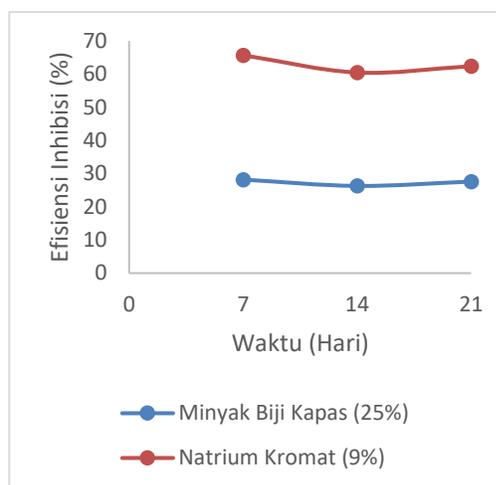
konsentrasi 25% memberikan hasil terbaik yaitu rata-rata 0,1614 mm/y. Untuk mengetahui perbandingan secara keseluruhan, maka data Tabel 1 dibuat dalam bentuk garfik seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh penambahan inhibitor pada laju korosi.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa, penambahan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (inhibitor anorganik) dan minyak biji kapas (inhibitor organik) dapat menurunkan laju korosi. Tanpa inhibitor, laju korosi rata-rata diperoleh 0,2236 mm/y. Penambahan 0,9% $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ke dalam aquadest dapat menurunkan laju korosi menjadi rata-rata 0,0815 mm/y. Sedangkan penambahan 25% minyak biji kapas dapat menurunkan laju korosi menjadi 0,1614 mm/y. Penggunaan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ menghasilkan laju korosi lebih rendah dibanding minyak biji kapas. Penambahan konsentrasi dari 0,5% menjadi 0,7% dan 0,9% menghasilkan laju korosi lebih rendah. Sebaliknya pada minyak biji kapas, penambahan konsentrasi dari 25% menjadi 30% dan 35% justru semakin meningkatkan laju korosi. Karena itu penggunaan minyak biji kapas tidak dapat dilakukan pada konsentrasi tinggi.

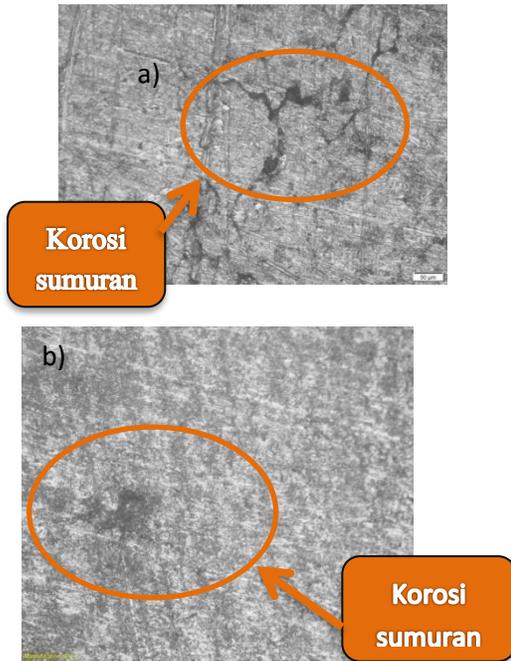
Dengan menggunakan persamaan 2 telah dihitung efisiensi inhibisi, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Efisiensi inhibisi.

Pada gambar 5 diperlihatkan bahwa efisiensi inhibisi (perlindungan korosi) terbaik diberikan oleh $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ konsentrasi 0,9% sebesar rata-rata 62,8% sedangkan minyak biji kapas konsentrasi 25% memberikan perlindungan inhibisi rata-rata sebesar 27,3%.

Gambar 6. memperlihatkan permukaan spesimen setelah dilakukan pengujian korosi.



Gambar 6. Permukaan spesimen terkorosi dalam inhibitor minyak kapas 25% (a) dan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,9% (b),

Terlihat bahwa korosi yang terjadi adalah korosi sumuran (*pitting*). Korosi pada specimen yang direndam dalam aquadest ditambah inhibitor minyak biji kapas lebih besar dibanding specimen dalam inhibitor $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Bila hasil ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Mudabbirul Hakim (2020) yang juga menggunakan minyak biji kapas, maka efisiensi korosi yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah yaitu hanya 27,3% dibandingkan 58,98%. Ini disebabkan karena Mudabbirul Hakim dkk menambahkan minyak biji kapas sebanyak 20%. Ini menunjukkan bahwa pada minyak biji kapas konsentrasi yang melebihi 20% tidak baik untuk perlindungan korosi.

KESIMPULAN

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan minyak biji kapas dapat berfungsi sebagai inhibitor karena dapat menurunkan laju korosi dari 0,2236 mm/y menjadi 0,0815 mm/y pada penambahan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan 0,1614 mm/y pada penambahan minyak bijih kapas. Efisiensi perlindungan korosi yang diberikan oleh $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ adalah 62,8% dan minyak biji kapas adalah 27,3%. Berdasarkan hasil ini diperoleh bahwa inhibitor anorganik $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ masih memberikan hasil yang lebih baik. Peningkatan konsentrasi minyak biji kapas menjadi 25%, 30% dan 35% terlihat tidak efektif menurunkan laju korosi. Sebaliknya laju korosi meningkat dengan penambahan konsentrasi minyak biji kapas.

REFERENSI

- Aulia, MN. (2021). Alkanolamida Berbasis Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Inhibitor Korosi baja Lunak dalam Medium yang mengandung Karbon Dioksida (CO_2), Skripsi. Universitas Lampung.
- Brycki BE, Iwona HK, Adriana S, dkk. (2018). Organic corrosion inhibitor. *Jurnal T eknik*. 1(1):1- 33
- C. H., & Sudjahjo, D. H. (2017). Analisis Laju Korosi Material Alumunium 5083 Sebagai Aplikasi Bahan Lambung Kapal. *JPTM*, 06, 17-23.
- E. M., Fatmawati, & S. O. (2014). Ekstrak Minyak Biji Kapuk

- Dengan Metode Soxhlet. *Teknik Kimia No.1*, 20, 20-27.
- F. L. (2020). Analisisi Pipa-pipa Radiator Yang Memakai Pendingin Air Berahli Ke Coolant Pada Mobil Toyota Avanza. *e-ISSN*, 12-20.
- G. H., B. S., H. F., & Y. T. (2010). Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kunjungan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, D09-1-DO9-6.
- I. L., Rodyatunnisa, N. S., & Mardiah. (2018). Studi Laju Korosi Logam Alumunium Dengan Penambahan Inhibitor Dari Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomtytus tomentosa*) Dalam Lautan NaOH. *Jurnal Intergrasi Proses*, 26-31.
- Irianty, R. S., & Sembiring, M. P. (2012). Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir Dengan Pelarutan Etanol Air Terhadap Laju Korosi Besi Pada Air Laut. *J. Ris. Kim Vol. 5, No.2, mARET 2012*, 5, 165-174.
- Jai, J. (2014). Paim Oil As Corrosion Inhibitor For Alumunium Car Radiator. *Jurnal Teknik*, 17(01), 1-13.
- Khan, M. A., & Hadromi. (2020). Pengaruh Inhibitor Natrium Kromat Terhadap Laju Korosi Pada Komponen Radiator Sistem Pendingin. *ASEJ*, 55-59.
- M. H., N. M., K. S., & I. T. (2020). Analisis Pengaruh Penggunaan Inhibitor Minyak Biji Kapas Terhadap Laju Korosi Pipa Radiator Mobil. *Jurnal of Machanical Engineering*, 15-21.
- M. S. (2017). Comparative Inhibitory Capacity of CO₂-Corrosion Inhibitors on The Base of Sunflower and Conttonseed Oils. *International Research Jurnal of Engginering and Teknology (IRJET)*, 04, 548-551.
- Turnip, L. B., S. H., & S. M. (2015). Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Manggis Terhadap Penurunan Laju Korosi Baja ST-37. *Jurnal Fisika Unand vol. 4, No. 2, 4*, 144-149.
- Saifudin, Suroto.M., Dimas,A.K. (2016). Perilaku Inhibitor Korosi pada Radiator. *Jurnal Teknik Mesin UNTIRTA*. Vol.2 No. 2.