

## DAMPAK PENAMBAHAN INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI TERHADAP KEKERASAN ALUMINIUM SERI 3xxx

Muhammad Rafli Tjahyadi<sup>1</sup>, Nani Mulyaningsih<sup>2</sup>, Fuad Hilmy<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah  
<sup>1</sup>tjahyadi611@gmail.com, <sup>2</sup>nani\_mulyaningsih@untidar.ac.id, <sup>3</sup>fuadhilmy@untidar.ac.id

### ABSTRAK

Aluminium seri 3xxx digunakan sebagai bahan dasar komponen otomotif salah satunya pipa radiator. Namun, komponen ini sering menghadapi risiko kerusakan akibat kontak dengan cairan pendingin radiator yang bersirkulasi di dalam sistem radiator. Salah satu cara yang dapat diterapkan untuk mencegahnya dengan menambahkan inhibitor dalam cairan pendingin. Inhibitor berperan sebagai senyawa kimia yang memiliki kapabilitas untuk meningkatkan kekerasan melalui proses pembentukan lapisan pada permukaan logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dampak penambahan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap kekerasan aluminium seri 3xxx. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan pada spesimen aluminium seri 3xxx tanpa perlakuan perendaman mencapai 77,377 kgf/mm<sup>2</sup>. Akan tetapi, setelah melalui tahap perendaman menggunakan inhibitor ekstrak daun jambu biji pada variasi konsentrasi 20%., kekerasan spesimen aluminium seri 3xxx meningkat hingga 49,91% menjadi 116 kgf/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Aluminium seri 3xxx, inhibitor, kekerasan

### ABSTRACT

*The 3xxx series aluminum is used as a base material for automotive components, including radiator pipes. However, these components often face the risk of damage due to contact with the radiator coolant circulating in them. One of the efforts that can be made to prevent this is by adding inhibitors in the coolant. Inhibitors act as chemical compounds that have the capability to increase hardness through the process of forming a layer on the metal surface. The purpose of this study was to determine the effect of adding variations in guava leaf extract inhibitor concentration on the hardness of 3xxx series aluminum. The results showed that the hardness of 3xxx series aluminum specimens without immersion treatment reached 77.377 kgf/mm<sup>2</sup>. However, after going through the soaking stage with guava leaf extract inhibitor at a concentration variation of 20%, the hardness of 3xxx series aluminum specimens increased by 49.91% to 116 kgf/mm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** 3xxx series aluminum, Inhibitors, Hardness

## PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, pemanfaatan logam oleh manusia semakin meluas untuk memenuhi beragam kebutuhannya. Salah satu contohnya adalah penggunaan pipa radiator yang secara luas diproduksi dalam industri otomotif.

Radiator merupakan suatu peranti pendingin yang menggunakan cairan (*engine coolant*) sebagai medium penyerap panas, dengan tujuan mengalihkan panas yang dihasilkan oleh mesin ke lingkungan sekitarnya. Namun, penggunaan *engine coolant* dapat memicu proses korosi yang mengubah karakteristik radiator itu sendiri [1].

Kekerasan adalah parameter ketahanan terhadap deformasi plastis atau deformasi permanen [2]. Kekerasan pada logam dapat ditingkatkan dengan proses perlakuan panas dan paduan kimia [3].

Aluminium seri 3xxx merupakan logam yang sering dipilih sebagai bahan utama untuk membuat pipa radiator. Pipa radiator memerlukan ketahanan terhadap suhu dan tekanan karena sering terpapar oleh *engine coolant* yang bersirkulasi di dalam sistem pendingin pada kendaraan. Maka dari itu perlu upaya tambahan untuk memperbaiki sifat mekanik aluminium seri 3xxx. Penambahan inhibitor adalah salah satu cara yang dapat diterapkan. [4].

Inhibitor adalah zat kimia yang memiliki kemampuan untuk membentuk film pada permukaan logam [5]. Inhibitor akan membentuk lapisan ion yang dapat merapatkan atom-atom pada permukaan logam dan meningkatkan nilai kekerasan [6]. Tidak hanya itu, inhibitor juga memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan metode lain, yaitu biaya yang ekonomis dan proses yang relatif mudah [6].

Pada penelitian ini menggunakan inhibitor yang didapat dari ekstrak daun jambu biji dengan variasi konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Dengan lama waktu perendaman logam pada inhibitor selama 168 jam. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dampak pemberian inhibitor ekstrak daun jambu biji dari berbagai tingkat konsentrasi untuk diaplikasikan menjadi inhibitor alternatif.

## METODE

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana peneliti melakukan eksperimen. Terdapat 12 spesimen material aluminium seri 3xxx dengan dimensi 40 mm x 20 mm x 0,2 mm yang diterapkan dalam penelitian ini.

Proses pembuatan inhibitor ekstrak daun jambu biji dilaksanakan di Laboratorium Terpadu, Universitas Tidar. Beberapa peralatan yang diperlukan dalam proses ini meliputi toples, *chopper*, saringan dengan ukuran 60 *mesh*, kertas saring, serta *vacuum rotary evaporator*. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan inhibitor melibatkan daun jambu biji serta *ethanol* 96%.

Langkah awal pembuatan inhibitor ekstrak daun jambu biji dimulai dengan mencuci sebanyak 7 kg daun jambu biji untuk menghilangkan kontaminan yang mungkin melekat. Selanjutnya daun jambu biji dijemur di bawah sinar matahari untuk proses pengeringan dan pengurangan kadar air di dalamnya, sebagaimana terlihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Proses penjemuran

Setelah daun jambu biji mengering, langkah berikutnya adalah memotongnya menjadi potongan-potongan kecil dan mengolahnya dalam *chopper* untuk mendapatkan serbuk daun jambu biji. Serbuk ini kemudian disaring menggunakan saringan berukuran 60 *mesh* untuk memastikan ukurannya seragam. Selanjutnya, serbuk daun jambu biji direndam dalam pelarut *ethanol* 96% selama 48 jam. Berat serbuk untuk masing-masing konsentrasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [4]:

$$KI = \frac{\text{zat terlarut}}{\text{zat terlarut} + \text{zat pelarut}} \times 100\%$$

Dimana KI : persentase konsentrasi inhibitor

Contoh perhitungan penentuan berat serbuk daun jambu biji untuk variasi konsentrasi 10% yang direndam dalam pelarut *ethanol* 96%:

$$10\% = \frac{x}{x + 789 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\frac{10}{100} = \frac{x}{x + 789 \text{ gram}} \times \frac{100}{100}$$

$$0,1 = \frac{x}{x + 789 \text{ gram}}$$

$$0,1x + 78,9 \text{ gram} = x$$

$$x = 87,6 \text{ gram}$$

Dengan demikian, untuk membuat larutan inhibitor dengan konsentrasi 10% membutuhkan serbuk daun jambu biji sebanyak 87,6 gram. Berat serbuk yang dibutuhkan masing-masing variasi konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Serbuk yang dibutuhkan untuk membuat variasi konsentrasi inhibitor

Variasi konsentrasi inhibitor (%)	Serbuk yang dibutuhkan (gram)
10	87,6
15	139,235
20	197,25

Hasil perendaman kemudian difiltrasi melalui kertas saring untuk memisahkan larutan dan residu. Larutan tersebut diuapkan menggunakan *vacuum rotary evaporator* dengan suhu 70°C dan putaran 200 rpm [7]. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Inhibitor ekstrak daun jambu biji kemudian digunakan untuk merendam specimen Aluminium seri 3xxx selama 168 jam.



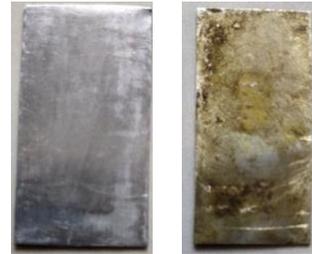
Gambar 2. Proses penguapan menggunakan *vacuum rotary evaporator*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Perendaman Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji

Hasil perendaman menggunakan inhibitor mengindikasikan adanya perubahan pada permukaan specimen. Permukaan

aluminium seri 3xxx yang sebelumnya direndam dalam larutan inhibitor tampak berubah menjadi warna kuning. Fenomena ini terjadi karena inhibitor membentuk lapisan pelindung yang melekat pada permukaan aluminium seri 3xxx. Perbandingan visual antara specimen sebelum dan setelah perendaman inhibitor dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spesimen sebelum dan setelah perendaman pada inhibitor

Setelah tahap perendaman selesai, dilanjutkan dengan pengujian kekerasan mikro *Vickers* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian ini menggunakan alat pengukur kekerasan *micro Vickers hardness tester* dengan menerapkan beban 10 *gram force* serta waktu penekanan selama 10 detik. Data hasil pengujian kekerasan mikro *Vickers* dapat dilihat pada tabel 2 .

Tabel 2. Hasil uji kekerasan

Konsentrasi (%)	Spesimen	Nilai kekerasan (kgf/mm <sup>2</sup> )
0	1	68,333
	2	89,833
	3	73,966
10	1	90,233
	2	118
	3	116
15	1	106
	2	118,666
	3	105,333
20	1	121,333
	2	117,333
	3	109,333

Nilai kekerasan tiap variasi dapat dilihat pada tabel 3. Efisiensi penambahan inhibitor terhadap kekerasan aluminium seri 3xxx dapat dilihat pada tabel 4.

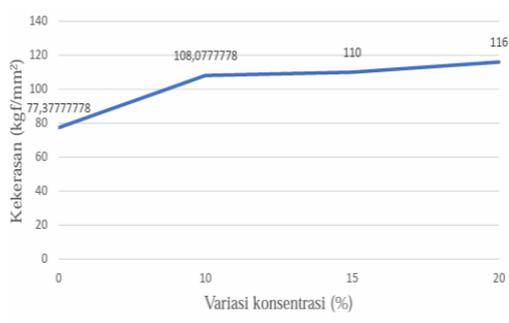
Tabel 3. Nilai kekerasan

Konsentrasi (%)	Nilai kekerasan (kgf/mm <sup>2</sup> )
0	77,377
10	108,077
15	110
20	116

Tabel 4. Efisiensi penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji

Konsentrasi (%)	Efisiensi (%)
0	0
10	39,67
15	42,16
20	49,91

Hubungan antara variasi konsentrasi ekstrak daun jambu biji dan nilai kekerasan rata-rata spesimen aluminium seri 3xxx ditampilkan dalam gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor dengan kekerasan

Pada gambar 4 sumbu vertikal mewakili nilai kekerasan pipa radiator dan sumbu horizontal mewakili variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji. Observasi grafik menunjukkan adanya peningkatan kekerasan antara spesimen yang tidak mengalami perlakuan inhibitor dan spesimen yang direndam dalam inhibitor. Pada variasi konsentrasi 10% tercatat kekerasan sebesar 108,077 kgf/mm<sup>2</sup>, sementara variasi konsentrasi 15% sebesar 110 kgf/mm<sup>2</sup>, dan variasi konsentrasi 20% menghasilkan kekerasan sebesar 116 kgf/mm<sup>2</sup>. Sementara itu, nilai kekerasan terendah tercatat pada spesimen tanpa perlakuan perendaman inhibitor, yakni sebesar 77,377 kgf/mm<sup>2</sup>.

Fenomena ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi perendaman pada inhibitor ekstrak daun jambu biji memiliki

dampak terhadap kekerasan aluminium seri 3xxx. Penyebabnya adalah sifat adsorpsi ligan pada permukaan logam yang berperan dalam membentuk lapisan pelindung. Ligan merupakan molekul atau ion yang berfungsi sebagai donor electron dalam menginisiasi ikatan koordinasi dengan ion logam. Lapisan ini mampu meningkatkan kekerasan permukaan logam tersebut.

### SIMPULAN

Berdasarkan temuan dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa variasi konsentrasi ekstrak daun jambu biji memiliki pengaruh terhadap kekerasan aluminium seri 3xxx. Hasil pengujian menunjukkan nilai tertinggi pada spesimen dengan variasi perendaman inhibitor dengan konsentrasi ekstrak daun jambu biji 20%. Dalam penelitian ini, spesimen tanpa perlakuan perendaman menunjukkan nilai kekerasan terendah, yakni 77,377 kgf/mm<sup>2</sup>. Namun, setelah mengalami perendaman dengan konsentrasi inhibitor sebesar 20%, kekerasan aluminium seri 3xxx meningkat hingga sebesar 116 kgf/mm<sup>2</sup>. Dengan efisiensi sebesar 49,91%.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Saifudin, S. Munahar, and D. A. Khusaeni, "Perilaku inhibitor korosi pada radiator," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [2] A. Asmara, "Analisa Pengaruh Perlakuan Panas Sebelum Dan Sesudah Penemperan Terhadap Nilai Kekerasan Pada Baja Perkakas HSS," *Mektek*, vol. 7, no. 3, 2005.
- [3] A. Yafi, "Pengaruh Kadar Kromium Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Paduan Fe-Cr-Mn Melalui Proses Peleburan," *Skripsi*, pp. 1–99, 2016.
- [4] M. Hakim, N. Mulyaningsih, K. Suharno, and I. Taufik, "Analisis Pengaruh Penggunaan Inhibitor Minyak Biji Kapas Terhadap Laju Korosi Pipa Radiator Mobil," *J. Mech. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–21, 2020.
- [5] N. H. Sari, S. T. Suteja, and S. T. Syarif Hidayatullah, *Pengantar Inhibitor Korosi Alami*. Deepublish, 2021.

- [6] F. Prastiadi, “PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR CRUDE PALM OIL (CPO) TERHADAP LAJU KOROSI DAN KEKERASAN PADA RANTAI MOTOR,” Magelang, 2022.
- [7] G. Ubaydillah, “Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Terhadap Laju Korosi dan Kekerasan pada Rantai Dapra Kapal,” Magelang, 2019.