The Effect of Epoxydation Time Variation at Temperature 40 degrees on Roughness, Rate, and Area of Corrosion Using Jatropha curcas Oil as   
a Bio-inhibitor

Ahmad Zidane1, Iis Siti Aisyah2, Suwarsono3 and   
Mubin Nur Robbani Sholichan4

University of Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, Jawa Timur, Indonesia

[1) zidanlams@gmail.com,](mailto:1)%20zidanlams@gmail.com,)

2) corresponding author: [siti@umm.ac.id](mailto:siti@umm.ac.id)

3) [suwarsono@umm.ac.id](mailto:suwarsono@umm.ac.id)

4) scholiecht@gmail.com

**Abstract.** Corrosion on metal materials can degrade performance and reduce component lifespan. This study investigates the effect of surface roughness and epoxidation time of Jatropha curcas oil at 40°C on the corrosion rate and area of carbon steel ST37. Specimens with grit 400 and 2000 surface roughness were immersed in a 3.5% NaCl solution for 7 days, with epoxidation times ranging from 2 to 6 hours. The corrosion rate was calculated using the weight loss method, while the corroded area was analyzed using the macrostructure method. The results showed that epoxidized Jatropha curcas oil effectively reduced the corrosion rate and corroded area, with the highest efficiency observed on smoother surfaces (grit 2000) and longer epoxidation times. Jatropha curcas oil has proven to be a potential eco-friendly and economical corrosion bio-inhibitor.

# pendahuluan

Korosi adalah proses degradasi logam akibat interaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya, yang menimbulkan kerugian signifikan di berbagai sektor, termasuk industri minyak, gas, dan infrastruktur publik[1]. Dampak korosi meliputi kerusakan material, gangguan proses produksi, dan peningkatan biaya pemeliharaan. Salah satu solusi yang efektif adalah penggunaan inhibitor korosi, baik organik maupun anorganik. Inhibitor organik berbahan dasar alami memiliki keunggulan berupa biaya yang rendah, sifat ramah lingkungan, dan kemampuan terurai secara hayati [2];[3].

Inhibitor anorganik, seperti garam merkuri dan fosfat, sering kali memiliki toksisitas tinggi sehingga menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Alternatif ramah lingkungan seperti bio- inhibitor berbasis tumbuhan menjadi fokus penelitian saat ini[4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji, pandan, dan kecapi efektif mengurangi laju korosi pada logam [5];[6];[7]. Namun, penelitian yang menggabungkan proses epoksidasi minyak nabati dengan variasi parameter seperti kekasaran permukaan dan durasi epoksidasi masih jarang dilakukan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas berbagai bio-inhibitor berbasis tumbuhan dalam mengurangi laju korosi; penelitian oleh [5] mengungkap bahwa daun jambu biji mampu menurunkan laju korosi dari 2,503 mpy menjadi 0,066 mpy dengan konsentrasi inhibitor 9%, penelitian oleh [6] menemukan efisiensi inhibisi hingga 86,61% pada ekstrak daun kecapi dengan konsentrasi 6 g/L, dan penelitian oleh [7] menunjukkan daun pandan efektif melindungi baja pipa API 5L grade B dari korosi melalui senyawa tanin dan flavonoid; sementara itu, minyak Jatropha curcas yang kaya akan asam lemak dan senyawa aktif lainnya menawarkan potensi lebih besar melalui proses epoksidasi, yang meningkatkan reaktivitas gugus epoksi terhadap permukaan logam [8].

Jatropha curcas, bagian dari keluarga Euphorbiaceae, adalah tanaman semak tahan kekeringan yang tumbuh subur di daerah tropis dengan curah hujan tahunan 250–3.000 mm. Minyak dari bijinya, yang tidak dapat dikonsumsi karena mengandung senyawa ester beracun, memiliki potensi sebagai bio-inhibitor korosi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Tanaman ini dapat dipanen setelah 2–5 tahun dengan produksi 0,5–12 ton per hektar per tahun, tergantung kondisi lingkungan [9]; [10].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa komponen Jatropha curcas, seperti daun, batang, dan minyak, efektif mengurangi laju korosi. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada pengaruh kekasaran permukaan dan waktu epoksidasi minyak Jatropha curcas dalam menghambat korosi pada baja karbon, mengingat pentingnya pengendalian korosi untuk meningkatkan ketahanan material logam [11]; [12].

Meski banyak penelitian tentang bio-inhibitor, pengaruh variasi kekasaran permukaan baja ST 37 dan durasi epoksidasi minyak Jatropha Curcas pada temperatur 40°C terhadap kinerja inhibisi belum banyak dieksplorasi, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi kekasaran dan lama waktu epoksidasi terhadap laju korosi serta mengevaluasi pengaruh parameter tersebut terhadap luasan area korosi, dengan hipotesis bahwa variasi kekasaran dan lama waktu epoksidasi secara signifikan memengaruhi kinerja minyak Jatropha Curcas sebagai bio-inhibitor

Berdasarkan tinjauan literatur, masih terdapat kekurangan dalam penelitian sebelumnya yang membahas pengaruh variasi kekasaran permukaan dan lama waktu epoksidasi terhadap laju dan luasan area korosi, khususnya pada temperatur 40°C menggunakan Jatropha Curcas Oil sebagai inhibitor korosi. Banyak penelitian yang telah dilakukan lebih fokus pada faktor-faktor lain tanpa mempertimbangkan kombinasi spesifik dari kekasaran permukaan dan durasi epoksidasi pada suhu tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kesenjangan tersebut dengan mengkaji secara mendalam bagaimana variasi kekasaran permukaan dan lama waktu epoksidasi mempengaruhi laju korosi serta luas area korosi, untuk memastikan efektivitas minyak Jatropha Curcas sebagai inhibitor korosi dalam kondisi yang lebih terkendali dan relevan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kekasaran permukaan dan durasi epoksidasi pada temperatur 40°C terhadap laju korosi dan luas area korosi dengan menggunakan minyak Jatropha Curcas sebagai inhibitor korosi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efektif minyak Jatropha Curcas dalam mencegah korosi pada baja ST 37, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan bio-inhibitor yang ramah lingkungan dan efisien dalam aplikasi industri. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memperluas pemahaman tentang penggunaan minyak Jatropha Curcas sebagai solusi inhibitor korosi yang inovatif dan bermanfaat bagi berbagai sektor yang membutuhkan perlindungan terhadap korosi.

Adapun manfaat penelitian ini di antaranya adalah memberikan pemahaman tentang pengaruh durasi epoksidasi terhadap perubahan sifat Jatropha Curcas Oil sebagai inhibitor korosi. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu mengembangkan metode perlindungan korosi yang lebih efektif dengan memahami pengaruh variasi waktu epoksidasi terhadap laju korosi dan luas area yang terkorosi pada material logam. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya serta memberikan masukan untuk pengembangan teknologi inhibitor korosi yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup agar fokus pembahasan tetap terjaga. Penelitian ini hanya menggunakan Jatropha Curcas Oil sebagai bahan dasar epoksidasi anti korosi, tanpa membahas minyak lainnya. Proses epoksidasi dilakukan pada suhu tetap 40°C, sehingga variasi suhu lainnya tidak menjadi fokus dalam penelitian ini. Pengujian inhibitor korosi hanya dilakukan dengan metode weight loss dan pengujian makrostruktur, tanpa melibatkan metode pengujian lainnya. Media korosif yang digunakan adalah larutan NaCl 3,5%, yang merupakan simulasi lingkungan laut, dan media korosif lainnya tidak akan diuji. Jenis logam yang digunakan adalah baja karbon rendah (mild steel) ST 37, tanpa mempertimbangkan jenis logam lainnya. Selain itu, penelitian ini berfokus pada skala laboratorium dan tidak mencakup pengujian pada skala industri.

.

# metode

## Penelitian ini dilaksanakan pada November 2024, dengan tahap persiapan meliputi proses pengamplasan, pembersihan, dan penimbangan berat awal spesimen Baja ST 37 yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Setelah berat awal spesimen tercatat, dilakukan pengolesan bio-inhibitor pada permukaan spesimen, diikuti dengan perendaman dalam larutan NaCl 3,5% selama 7 hari. Setelah perendaman, spesimen dibersihkan, ditimbang kembali untuk mencatat berat akhir, dan dilanjutkan dengan pengujian makro. Penelitian ini menggunakan metode true experimental research dengan dua variabel independen: waktu epoksidasi minyak Jatropha curcas (2, 3, 4, 5, dan 6 jam pada suhu 40°C) dan kekasaran permukaan baja (grit 400 dan 2000). Prosedur penelitian diawali dengan studi Penelitian ini dilaksanakan pada November 2024, dengan tahap persiapan meliputi proses pengamplasan, pembersihan, dan penimbangan berat awal spesimen Baja ST 37 yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Setelah berat awal spesimen tercatat, dilakukan pengolesan bio-inhibitor pada permukaan spesimen, diikuti dengan perendaman dalam larutan NaCl 3,5% selama 7 hari. Setelah perendaman, spesimen dibersihkan, ditimbang kembali untuk mencatat berat akhir, dan dilanjutkan dengan pengujian makro.

## Penelitian ini menggunakan metode true experimental research dengan dua variabel independen: waktu epoksidasi minyak Jatropha curcas (2, 3, 4, 5, dan 6 jam pada suhu 40°C) dan kekasaran permukaan baja (grit 400 dan 2000). Prosedur penelitian diawali dengan studi literatur, perencanaan alat dan bahan, serta persiapan spesimen, inhibitor, dan media korosi. Berat awal spesimen diukur menggunakan neraca analitik, kemudian spesimen direndam dalam larutan NaCl sebagai media korosi. Berat spesimen diukur kembali pada hari ke-3 untuk memantau perubahan, dan setelah periode perendaman selesai, berat akhir dicatat. Laju korosi dihitung berdasarkan selisih berat awal dan akhir, diikuti pengujian makro untuk mengevaluasi kondisi fisik spesimen secara visual. Data yang diperoleh dianalisis untuk mendapatkan informasi yang relevan, dan penelitian diakhiri dengan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis.

## Metode perancangan dilakukan dari beberapa tahapan yang di tunjukkan pada flowchart berikut :

## 

## Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan dalam Langkah-langkah berikut:

1. Tahap Persiapan Spesimen : Spesimen baja ST 37 dengan dimensi 30 mm × 20 mm dipotong, dihaluskan dengan amplas grit 120–2000, dibersihkan menggunakan aquades, dikeringkan, dan ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mencatat berat awal.

2. Pembuatan Larutan Uji Korosi : arutan NaCl 3,5% disiapkan dengan mencampur 35 gram NaCl ke dalam 1000 ml aquades, diaduk hingga larut, dan ditakar 50 ml sebagai media perendaman.

3. Pengujian Weight Loss : Spesimen ditimbang untuk massa awal, dilapisi minyak Jatropha curcas, dan direndam dalam larutan NaCl 3,5% selama 7 hari pada suhu ruang. Setelahnya, spesimen dibilas, dikeringkan, dan ditimbang untuk mencatat massa akhir. Laju korosi dihitung berdasarkan selisih massa awal dan akhir.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

• Tissue: Tissue digunakan sebagai tempat meletakkan spesimen dan juga untuk membersihkan peralatan setelah penelitian selesai.

• Gelas Plastik: Gelas plastik berfungsi sebagai tempat untuk melakukan pengujian korosi.

• Gelas ukur 1 Liter: Gelas ukur 1 liter digunakan untuk mengukur volume larutan hingga 1 liter.

• Gelas ukur 50 ml: Gelas ukur 50ml digunakan untuk mengukur larutan dengan kapasitas hingga 50ml.

• Batang Pengaduk: Batang pengaduk digunakan untuk mengaduk larutan agar NaCl dapat larut dengan sempurna ke dalam aquades.

• Alat Pemotong Baja: Alat pemotong baja berfungsi untuk memotong baja hingga mencapai ukuran yang diinginkan.

• Kertas Amplas: Kertas amplas dengan grit 120, 240, 360, 400, 800, 1000, dan 2000 digunakan untuk menghaluskan serta membersihkan permukaan spesimen.

• Neraca Analitik: Neraca analitik digunakan untuk menimbang bahan atau zat yang diperlukan sebelum melakukan percobaan yang memerlukan penimbangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

• Minyak Jatropha Curcas: Minyak Jatropha Curcas digunakan sebagai pelapis atau penghambat (inhibitor) pada sampel.

• Spesimen Baja ST 37: Baja ST37 digunakan sebagai bahan untuk melakukan pengujian

• korosi dengan ketebalan 3mm x panjang 30mm x lebar 20mm.

• NaCL 3,5% : NaCl 3,5% digunakan sebagai media pengkorosi dengan komposisi 3,5% dari aquades.

• Aquades : Aquades digunakan untuk proses pengenceran larutan NaCl hingga mencapai kadar 3,5%.

# PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, data dianalisis menggunakan metode kehilangan berat (weight loss) dan uji makrostruktur untuk mengevaluasi laju korosi dan luasan area korosi. Pemilihan metode ini didasarkan pada kebutuhan untuk memperoleh data yang sederhana, akurat, dan relevan dengan tujuan penelitian.

**Metode Kehilangan Berat (Weight Loss)**

Metode ini digunakan untuk menghitung laju korosi berdasarkan perubahan massa spesimen sebelum dan sesudah perendaman dalam larutan NaCl 3,5%. Perhitungan dilakukan dengan rumus:

𝐶 = 𝐾 × 𝑊

𝐴 × 𝑇 × 𝜌

Dimana:

C = Laju korosi (mpy)

K = Konstanta laju korosi W = Selisih massa (mg)

T = Waktu perendaman (tahun) A = Luas permukaan (mm2)

ρ = Massa jenis (mg/mm3 )

Data ini dianalisis untuk menentukan pengaruh variasi kekasaran permukaan dan durasi epoksidasi terhadap laju korosi pada spesimen.

**Uji Makrostruktur**

Analisis makrostruktur dilakukan untuk mengevaluasi luasan area korosi secara visual. Spesimen diamati setelah perendaman untuk melihat tingkat keparahan dan pola kerusakan pada permukaan logam. Hasil pengamatan dikaitkan dengan data kehilangan berat untuk memvalidasi hasil kuantitatif.

**Pengolahan Data**

Data kehilangan berat diolah menggunakan perangkat lunak statistik untuk menghitung rata-rata dan standar deviasi laju korosi, kemudian dibandingkan berdasarkan variasi kekasaran permukaan dan waktu epoksidasi. Grafik hubungan antara durasi epoksidasi dengan laju korosi dan luasan area korosi juga dibuat untuk mendukung analisis.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menjawab pertanyaan penelitian dan memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan bio-inhibitor berbasis Jatropha Curcas Oil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi durasi epoksidasi memiliki pengaruh signifikan terhadap laju korosi baja karbon ST 37 yang direndam dalam larutan NaCl 3,5%. Laju korosi dihitung berdasarkan metode weight loss, dan data yang diperoleh disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Laju Korosi pada Permukaan Kasar dan Halus dengan Variasi Waktu Durasi Epoksidasi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Durasi  Epoksidasi | Laju Korosi Permukaan Kasar  (mm/y) | Laju Korosi Permukaan Halus  (mm/y) |
| 2 | 751,3259 | 822,5385 |
| 3 | 776,2084 | 861,6943 |
| 4 | 824,9917 | 945,0901 |
| 5 | 884,7868 | 958,1418 |

Grafik hubungan antara durasi epoksidasi dan laju korosi pada permukaan kasar dan halus ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.

1400,0000

1200,0000

1000,0000

**Laju Korosi**

800,0000

600,0000

400,0000

200,0000

0,0000



2 Jam 3 Jam 4 Jam 5 Jam 6 Jam

**Waktu Epoksidasi**

***Gambar 2.*** *Grafik Variasi Waktu Epoksidasi Terhadap Laju Korosi*

 Halus 7 Hari

 Halus 3 Hari

Kasar 7 Hari

 Kasar 3 Hari

Hasil menunjukkan bahwa peningkatan durasi epoksidasi menyebabkan kenaikan laju korosi pada kedua jenis permukaan. Hal ini disebabkan oleh pengurangan efektivitas inhibitor seiring bertambahnya waktu epoksidasi yang memengaruhi sifat kimia dan fisik minyak Jatropha Curcas.

**Pengaruh Variasi Waktu Epoksidasi tehadap Luasan Area**

Pengamatan makrostruktur dilakukan untuk mengevaluasi luasan area yang terkorosi. Tabel 2 menyajikan rata-rata persentase area korosi untuk masing-masing durasi epoksidasi.

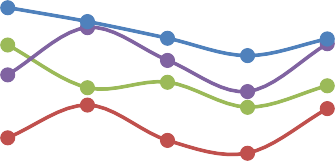
***Tabel 2.*** *Presentase Rata-rata Area Terkorosi*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| %Rata-rata Area Terkorosi | | |
|  | Kasar | Halus |
| 3 Hari | 80,947 | 74,292 |
| 7 Hari | 87,829 | 84,023 |

Luasan Permukaan Terkorosi (%)

95

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

90

85

80

75  Halus 3 Hari

70  Kasar 3 Hari

65  Halus 7 Hari

60

55  Kasar 7 Hari

50

0 2 4 6 8

Waktu Epoksidasi

**Gambar 3.** Grafik Variasi Waktu Epoksidasi Terkorosi Terhadap Luasan Permukaan

Hasil menunjukkan bahwa luasan area korosi meningkat dengan bertambahnya durasi epoksidasi. Permukaan kasar cenderung memiliki luasan area korosi yang lebih besar dibandingkan permukaan halus, yang menunjukkan pengaruh signifikan dari kekasaran terhadap efektivitas inhibitor.. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kontrol terhadap durasi epoksidasi dan kekasaran permukaan sangat penting untuk meningkatkan efektivitas minyak Jatropha Curcas sebagai bio- inhibitor korosi. Penggunaan durasi epoksidasi yang optimal dan persiapan permukaan yang baik dapat meminimalkan laju korosi dan luasan area yang terkorosi

# kesimpulan

Durasi epoksidasi dan kekasaran permukaan memengaruhi laju dan luasan area korosi baja ST 37. Laju korosi terendah tercapai pada durasi epoksidasi 2 jam, dengan permukaan halus lebih efektif dibandingkan permukaan kasar. Semakin lama durasi epoksidasi, laju korosi dan luasan area korosi cenderung meningkat, terutama pada permukaan kasar. Kontrol terhadap durasi epoksidasi dan persiapan permukaan yang baik penting untuk meningkatkan efektivitas minyak Jatropha Curcas sebagai bio-inhibitor korosi.

# Referensi

1. M. P. Brown and K. Austin, *The New Physique* (Publisher Name, Publisher City, 2005), pp. 25–30.
2. M. P. Brown and K. Austin, Appl. Phys. Letters **85**, 2503–2504 (2004).
3. R. T. Wang, “Title of Chapter,” in *Classic Physiques*, edited by R. B. Hamil (Publisher Name, Publisher City, 1999), pp. 212–213.
4. C. D. Smith and E. F. Jones, “Load-cycling in cubic press,” in *Shock Compression of Condensed Matter-2001*, AIP Conference Proceedings 620, edited by M. D. Furnish *et al*. (AIP Publishing, Melville, NY, 2002), pp. 651–654.
5. B. R. Jackson and T. Pitman, U.S. Patent No. 6,345,224 (8 July 2004)
6. D. L. Davids, “Recovery effects in binary aluminum alloys,” Ph.D. thesis, Harvard University, 1998.
7. R. C. Mikkelson (private communication).