

# Performansi *Green Inhibitor* Berbasis Ekstrak Propolis Terhadap Laju Korosi Sambungan Las AISI 304-AISI 1037 Pada Medium Korosif Air Laut

Krisna Yudha Pratama, I Nyoman Budiarsa, dan I Made Parwata  
*Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali*

## Abstrak

Pada penelitian ini diterapkan metode penelitian secara eksperimen, yaitu melakukan pengujian perendaman (*immersion*) di medium korosif air laut pada 4 spesimen pelat hasil las titik yang diberi variasi konsentrasi pengaplikasian inhibitor korosi dari ekstrak propolis sebesar 0 ml, 2 ml, 4 ml, dan 6 ml. Propolis yang digunakan adalah propolis lebah Kele-kele (*Trigona Sp.*) dari daerah Lombok. Inhibitor berbahan dasar alami dipilih karena sifatnya yang ramah terhadap lingkungan, mudah didapat, dan relatif murah. Hasil dari pengujian laju korosi selama perendaman 14 hari didapat bahwa spesimen dengan konsentrasi inhibitor 2 ml (pada 1000 ml medium air laut) memiliki efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 41,046%, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh spesimen dengan konsentrasi inhibitor 6 ml sebesar 17,274% dan 4 ml sebesar 16,482%.

**Kata Kunci :** *Inhibitor Alami, Propolis, Pengujian Laju Korosi, Kele-Kele, Trigona Sp.*

## Abstract

In this study, an experimental research method was applied, namely conducting immersion testing in seawater corrosive medium on 4 specimens of spot welded plates that were given variations in the concentration of applying corrosion inhibitors from propolis extract by 0 ml, 2 ml, 4 ml, and 6 ml. The propolis used is Kele-kele bee propolis (*Trigona Sp.*) from Lombok area. Natural-based inhibitor was chosen because it is environmentally friendly, easily available, and relatively inexpensive. The results of corrosion rate testing during 14 days immersion found that specimen with inhibitor concentrations of 2 ml (in 1000 ml seawater medium) had the highest inhibitor efficiency of 41.046%, followed by specimens with inhibitor concentrations of 6 ml of 17.274% and 4 ml of 16.482%.

**Keywords:** *Natural-Based Inhibitor, Propolis, Corrosion Rate Testing, Kele-Kele, Trigona Sp.*

## 1. Pendahuluan

Penggunaan logam pada berbagai keperluan hidup, industri, peralatan, material kendaraan, *marine*, dan lain-lain semakin meningkat. Apalagi di era reformasi industri 4.0 dimana semakin banyak ide-ide dan inovasi produk yang sangat bervariasi dan pembuatannya berbasis material logam. Logam terdapat banyak jenisnya sehingga dapat digunakan pada berbagai keperluan dengan menyesuaikan karakteristik-karakteristik yang ada pada logam. Tak jarang diperlukan penyatuan bagian-bagian pada material logam sesuai dengan fungsi dan tujuannya dilapangan. Metode yang paling sering digunakan untuk menyambung logam adalah pengelasan.

*Spot welding* atau las titik adalah metode pengelasan yang sering diaplikasikan untuk material berbentuk pelat. Contoh industri yang menggunakan metode *spot welding* adalah manufaktur bodi kendaraan, bodi kapal laut, dan pembuatan bejana tekan.

Pada sambungan las biasanya rentang terhadap korosi. Korosi menyebabkan

penurunan mutu material yang digunakan. Oleh karena itu dilakukan berbagai macam upaya untuk mencegah atau menghambat laju korosi. Salah satunya adalah dengan pengaplikasian inhibitor korosi.

Di lapangan inhibitor korosi terbukti dapat menurunkan laju korosi pada logam, tetapi inhibitor korosi yang digunakan sebagian besar adalah inhibitor korosi berbahan kimia. Inhibitor korosi berbahan dasar kimia industri ternyata berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan. Untuk itu, diperlukan alternatif inhibitor korosi yang ramah terhadap lingkungan, yaitu dengan melakukan inovasi inhibitor korosi berbahan dasar bahan-bahan alami.

Bahan alami yang dapat dijadikan inhibitor adalah bahan-bahan yang mengandung antioksidan didalamnya. Antioksidan dapat berperan sebagai penghambat korosi karena mempunyai kemampuan untuk mengikat oksigen yang kuat. Disamping itu cara kerja inhibitor adalah dengan membentuk lapisan film pada permukaan logam. Lapisan film inilah yang melindungi permukaan logam dari kontak

dengan oksigen atau zat korosif lainnya. Dimana zat antioksidan juga dapat mengikat oksigen sebelum oksigen bereaksi dengan permukaan logam.

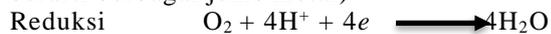
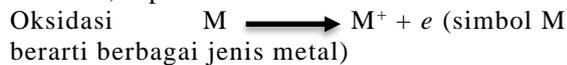
Pada penelitian ini dilakukan pengujian performansi inhibitor berbahan dasar ekstrak propolis Kele-kele (*Trigona Sp.*) dari wilayah Lombok.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Korosi

Korosi secara umum dapat diartikan sebagai kerusakan ataupun degradasi material logam karena pengaruh lingkungannya. Proses korosi ini terjadi secara kimia dan elektrokimia yang melibatkan unsur logam dan oksigen atau zat lain sehingga terbentuk oksida logam. Reaksi secara kimia adalah proses korosi yang langsung bereaksi dengan lingkungannya, sedangkan reaksi secara elektrokimia berarti terdapat perbedaan potensial antara 2 jenis metal pada medium elektrolit. Hal ini dapat terjadi karena sebagian besar material logam di bumi adalah tidak stabil. Ketidakstabilan dari logam mendorong adanya reaksi korosif yang membentuk oksida logam(korosi dengan pengikatan ion oksigen) atau sulfida logam(korosi dengan pengikatan ion asam). Reaksi korosif tersebut menjadikan logam senyawa yang stabil, seperti saat logam tersebut berada di alam sebelum dilakukan perlakuan sehingga menjadi logam siap pakai di industri.

Pada umumnya terjadinya korosi dapat dijelaskan dengan reaksi Reduksi dan Oksidasi (Redoks). Oksidasi adalah reaksi ketika senyawa atau unsur melepaskan elektron ke oksigen atau senyawa atau unsur lainnya. Sedangkan Reduksi adalah reaksi ketika senyawa atau unsur menerima elektron dari senyawa atau unsur lainnya. Reaksi oksidasi dan reduksi pada logam dapat dipahami sebagai reaksi pelepasan dan penerimaan elektron, seperti :



Laju korosi dapat dihitung menggunakan rumus[1] :

$$CR = \frac{KW}{AT\rho} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

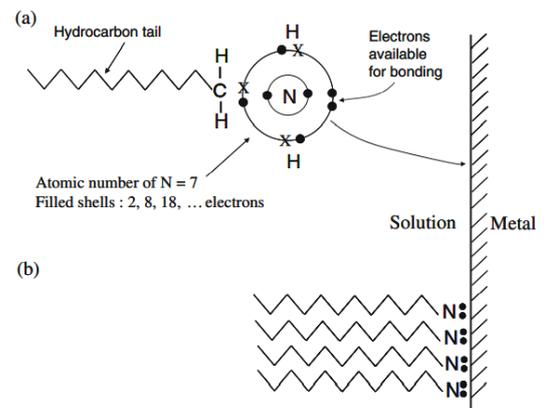
- CR = Laju Korosi / Corrosion Rate (mpy)
- W = Kehilangan berat / Weight loss (gram)
- K = Konstanta
- $\rho$  = Densitas spesimen ( $gr/cm^3$ )
- A = Luas permukaan / Surface area ( $cm^2$ )
- T = Waktu / Exposure Time (jam)

### 2.2 Inhibitor Korosi

Bagaimana laju korosi dapat menurun adalah tergantung daripada laju perpindahan elektron dan lingkungan dalam hal ini sifat-sifat metalurgi material untuk mencapai kesetimbangan. Korosi dapat meningkat maupun berkurang tergantung pada konstituen elektrolit. Contoh dalam reaksi  $Fe + OH^- \longrightarrow FeOH^-$  jika terganggu oleh konstituen elektrolit maka korosi menurun. Yang dimaksud konstituen elektrolit adalah suatu konstituen reaktif yang lebih cenderung bereaksi dengan metal daripada oksigen atau senyawa lain yang menyebabkan korosi.

Jadi dengan adanya inhibitor maka metal/logam karena sifat kimia(keelektronegatifan) dan metalurginya akan lebih tertarik bereaksi dengan zat inhibitor tersebut. Reaksi dengan zat inhibitor ini menjadikan metal/logam mencapai kestabilan sehingga tidak reaktif lagi untuk mengalami korosi. Tetapi reaksi dari metal/logam dengan zat inhibitor hanya terjadi di bagian permukaan metal/logam tersebut sehingga tidak mempengaruhi sifat-sifat kimia logam secara signifikan dan tidak mengurangi kekuatan material logam.

Reaksi inhibitor dengan permukaan logam setelah beberapa lama akan membentuk lapisan film. Lapisan film ini berfungsi mengisolir permukaan logam dari lingkungan luar yang korosif. Cara kerja inhibitor divisualisasi melalui gambar dibawah ini[4].



Gambar 1. Cara Kerja Inhibitor

Inhibitor organik digunakan sebagai inhibitor dikarenakan struktur heteroatom yang dimilikinya seperti sulfur, nitrogen, dan oksigen. Beberapa kelompok fungsi dapat dilihat pada tabel 1. Gugus fungsi ini menunjukkan senyawa yang melekat pada rantai utama sehingga meningkatkan kemampuan molekul inhibitor untuk melindungi luas permukaan.[3]

**Tabel 1. Gugus Fungsi Inhibitor Organik**

Struktur	Nama	Struktur	Nama
-OH	hydroxyl	-CONH2	amide
-C≡C-	yne	-SH	thial
-C-O-C-	epoxy	-S-	sulfide
-COOH	carboxy	-S=O	sulfoxide
-C-N-C-	amine	-C=S-	thio
-NH2	amino	-P=O-	phosphonium
-NH	imino	-P-	phospo
-NO2	nitro	-As-	arsano
-N=N-N-	triazole	-Se-	seleno

Efisiensi inhibisi dapat dihitung menggunakan rumus[1]:

$$\eta = \frac{CRx - CRy}{CRx} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi Inhibitor (%)

$CRx$  = Laju Korosi ( *Corrosion Rate* ) tanpa inhibitor (mpy)

$CRy$  = Laju Korosi ( *Corrosion Rate* ) dengan inhibitor (mpy)

### 2.3 Propolis

Propolis merupakan lapisan tipis berwarna coklat yang menyelimuti kantung madu dan kantung bee pollen. Propolis adalah lem lebah yang digunakan sebagai pertahanan diri Lebah Trigona sp. Untuk melindungi diri dari serangan predator. Oleh karena itu, propolis diproduksi lebih banyak daripada madu. Komposisi propolis dipengaruhi oleh jenis, umur tumbuhan, dan darimana propolis tersebut berasal.

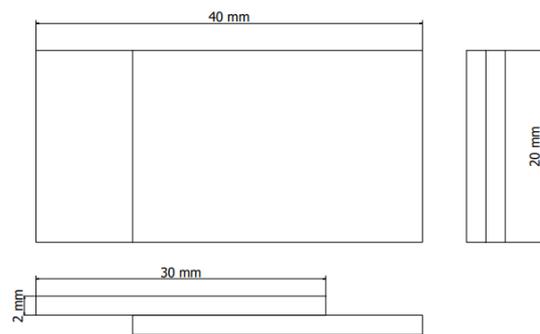
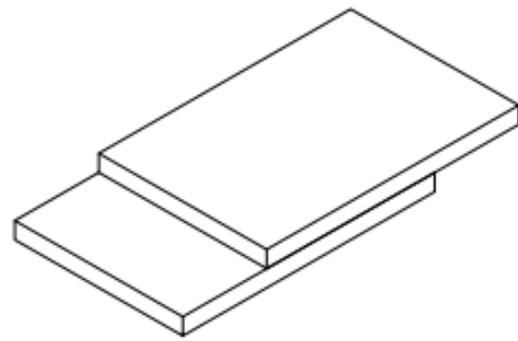
Propolis terdiri dari beberapa senyawa alami kompleks yaitu, terpenoid, flavonoid, ester, asam fenolat, asam imbrikatoloat, phinocembrin, festin, dan lainnya. Propolis juga dikenal dengan kandungan fenol yang tinggi. Dimana fenol adalah suatu senyawa yang memiliki gugus hidroksil (OH-) yang mempunyai efek sebagai antioksidan karena mampu mengikat dan menetralkan radikan bebas [2].

### 3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen. Pada awalnya spesimen uji dilakukan pengelasan titik. Spesimen uji yang digunakan adalah *stainless steel* AISI 304 dan *steel* AISI 1037. Dengan data pengelasan titik dan dimensi spesimen sebagai berikut.

**Tabel 2. Data Pengelasan Spesimen Uji**

No Spesimen	Welding Time	Diameter Elektroda	Gaya Tekan Kompresor	Daya Puncak Pengelasan
1	3,10 detik	6 mm	4 bar	5,89 KW
2	3,18 detik	6 mm	4 bar	5,73 KW
3	3,22 detik	6 mm	4 bar	5,75 KW
4	3,15 detik	6 mm	4 bar	5,78 KW



**Gambar 2. Dimensi Spesimen Uji**

Selanjutnya spesimen diuji korosi dengan cara merendamnya (*immersion*) pada medium korosif air laut. Terdapat 4 spesimen uji dimana masing-masing diberi inhibitor 0 ml, 2 ml, 4 ml, dan 6 ml. Spesimen uji direndam pada wadah dengan volume 1000 ml air laut. Perendaman dilakukan selama 14 hari, setelah 14 hari maka spesimen dikeluarkan dan dibersihkan dengan cara dibilas menggunakan *aquades*, selanjutnya dicelupkan pada HCL selama 5 menit agar material yang mengalami korosif terurai, lalu dibilas lagi dengan *aquades* kemudian aseton, dan terakhir dibilas dengan alkohol agar lebih bersih.

Setelah dilakukan pembersihan, spesimen dipanaskan diatas *hot plate* dengan suhu 192,5°C selama 2 jam. Pemanasan dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam spesimen uji.



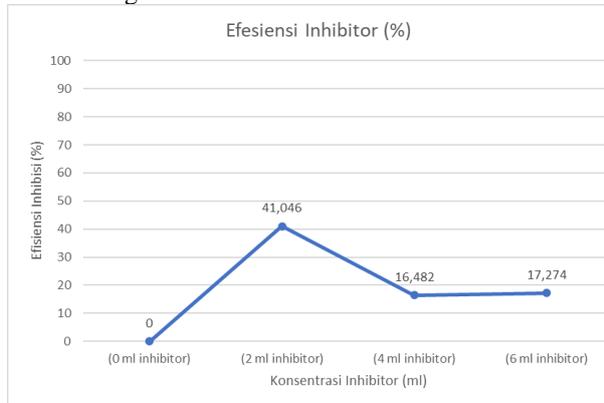
**Gambar 3. Perendaman Spesimen Uji**

Langkah terakhir yang dilakukan adalah penimbangan massa akhir masing-masing spesimen uji.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Efisiensi Inhibitor

Setelah dilakukan pengujian, didapat hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Efisiensi Inhibitor

Dengan penambahan inhibitor maka laju korosi dapat dihambat. Pada penambahan dengan 2 ml inhibitor menghasilkan efisiensi inhibisi 41,046%, pada penambahan 4 ml inhibitor menghasilkan efisiensi inhibisi 16,482%, pada penambahan 6 ml inhibitor menghasilkan efisiensi inhibisi 17,274%.

Maka performansi tertinggi inhibitor didapat pada konsentrasi 2 ml di 1000 ml medium korosif air laut. Pada umumnya penambahan konsentrasi inhibitor sebanding dengan peningkatan efisiensi inhibisi sampai pada titik tertentu. Penambahan konsentrasi inhibitor yang terlalu pekat akan menyebabkan melemahnya interaksi logam dengan inhibitor sehingga mengakibatkan lapisan film protektif yang terbentuk di permukaan logam akan larut ke larutan dan merusak lapisan film itu sendiri[5]. Jadi penting untuk mengaplikasikan inhibitor dengan konsentrasi yang tepat agar mencapai efisiensi tertingginya.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa inhibitor korosi dapat menghambat laju korosi. Dimana pada penelitian ini didapat efisiensi inhibisi terbaik adalah pada konsentrasi 2 ml inhibitor di 1000 ml medium air laut. Dengan efisiensi sebesar 41,046% selama perendaman 14 hari.

## Daftar Pustaka

[1]. Mulyaningsih, N., Mujiarto, S., & Gyani. (2019). PENGARUH DAUN JAMBU BIJI SEBAGAI INHIBITOR KOROSI ALAMI RANTAI KAPAL. *Journal of Mechanical Engineering*, 36-42.

- [2]. Amic, D., Stepanic, V., Lucic, B., Markovic, Z., & Dimitric Markovic, J. M. (2013). PM6 study of free radical scavenging mechanisms of flavonoids: why does O–H bond dissociation enthalpy effectively represent free radical scavenging activity? *Journal of Molecular Modeling*, 2593-2603.
- [3]. Gapsari, F. (2017). *Pengantar Korosi*. Malang: UB Press.
- [4]. McCafferty, E. (2010). *Introduction to Corrosion Science*. New York: Springer Science+Business Media.
- [5]. Indra, R. P. (2012). *Studi Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea Indica Less) Sebagai Inhibitor Korosi Ramah Lingkungan Terhadap Baja Karbon Rendah Di Lingkungan 3,5% NaCl*. Jakarta: Departemen Teknik Material Dan Metalurgi UI.
- [6]. Roberge, P. R. (1999). *Handbook of Corrosion Engineering*. New York: McGraw-Hill.
- [7]. Schweitzer, P. A. (2010). *Fundamentals of Corrosion Mechanisms, Causes, and Preventative Methods*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.



Krisna Yudha Pratama telah menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2019 hingga 2023

Bidang penelitian yang diminati adalah topik tentang material, corrosion inhibitors, welding engineering, energi listrik, sistem hidrolik dan konversi energi.