

# Pengaruh Konsentrasi NaCl terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi *Tinplate* oleh *L-citrulline*

Harmami<sup>\*</sup>, Zilfirdausi Ahla Zakaria dan Ita Ulfin

<sup>1,3)</sup>urusan Kimia, FMIPA, ITS, Surabaya

<sup>2</sup>Alumni Kimia, FMIPA, ITS, Surabaya

<sup>\*</sup>*harmami@chem.its.ac.id*

## Abstract

*Tinplate* adalah baja lunak yang dilapisi timah putih pada kedua sisinya. *Tinplate* sering digunakan sebagai kaleng makanan. Adanya penambahan garam NaCl dalam makanan dapat menyebabkan terjadinya korosi pada kaleng/*tinplate* tersebut. Dalam penelitian ini telah dipelajari pengaruh konsentrasi NaCl sebagai media korosi terhadap efisiensi inhibisi korosi *tinplate* oleh *L-Citrulline* dengan menggunakan metoda Polarisation Potensiodinamik. *L-citrulline* yang banyak terdapat pada buah timun-timun seperti semangka, melon dll, dapat digunakan sebagai inhibitor karena bersifat ramah lingkungan, tidak toksik, murah, melimpah di alam, dan mudah diperbarui. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi NaCl sebagai media korosi *tinplate* mempengaruhi efisiensi inhibisi *L-citrulline* pada korosi *tinplate*, dimana dalam media 2% NaCl efisiensinya mencapai 74,59% dengan penurunan laju korosi sebesar 75,63% untuk konsentrasi *L-citrulline* 150 mg CTL/L sedangkan dalam media 3% NaCl untuk konsentrasi *L-citrulline* yang sama efisiensinya sebesar 68,97% dengan penurunan laju korosi sebesar 68,95%. Pada konsentrasi NaCl yang sama masing-masing pada 2% ataupun 3%, makin tinggi konsentrasi *L-citrulline* yang ditambahkan maka efisiensi inhibisi korosinya juga meningkat. *L-citrulline* dapat menghambat laju korosi *tinplate* dalam media NaCl melalui adsorpsi dengan tipe adsorpsi isothermal Freundlich.

Kata kunci: *L-Citrulline*, efisiensi inhibisi, korosi *tinplate* dan konsentrasi NaCl.

## I. Pendahuluan

*Tinplate* merupakan lembaran baja karbon yang dilapisi timah putih (Sn). *Tinplate* umumnya digunakan sebagai kaleng pengemas makanan. Lapisan timah tersebut masih dapat mengalami korosi karena adanya bahan-bahan korosif yang terkandung dalam makanan seperti ion Cl yang ditambahkan dalam bentuk garam NaCl [1]. Oleh karena itu banyak industri pengemasan makanan

kaleng yang membutuhkan inhibitor untuk menghambat terjadinya korosi [2].

Inhibitor korosi adalah suatu zat yang ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam media yang mengkorosi dengan maksud agar tidak mengganggu proses maupun produk utamanya tetapi mampu menurunkan atau mencegah reaksi antara logam/alloy logam dengan media yang mengkorosinya. Inhibitor untuk kaleng pengemas makanan umumnya

berasal dari bahan organik. Bahan organik yang berasal dari ekstrak bahan alam. Ekstrak bahan alam umumnya mempunyai sifat tidak beracun, ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta harganya relatif tidak mahal. Karakteristik dari inhibitor organik baik alami maupun buatan memiliki struktur heteroatom seperti S, P, N, dan O, serta ikatan  $\pi$  [3].

Banyak penelitian telah dilakukan terkait penggunaan inhibitor organik yang dapat diekstrak dari bahan-bahan yang mudah didapat terutama di Negara Tropis seperti Indonesia, antara lain: kina [4], dan L-citrulline (CTL) yang banyak terdapat pada buah-buahan yang termasuk dalam jenis timun-timun seperti melon, timun, labu, dan semangka (*Citrullus vulgaris*) sebagai kandungan utamanya. L-citrulline (CTL) telah diteliti sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam media HCl dengan prosentase efisiensi inhibisi (%EI) mencapai lebih 50% [5]. L-citrulline juga telah digunakan sebagai inhibitor korosi seng dalam air laut dengan prosentase efisiensi inhibisi sebesar 82% [6].

Pada penelitian ini L-citrulline ( $\square$  98% Sigma-Aldrich) digunakan sebagai inhibitor korosi kaleng yang terbuat dari tinplate dalam media NaCl. Dalam makanan kaleng umumnya terdapat kandungan NaCl sebesar 2-3% yang dapat menyebabkan korosi pada lapisan timahnya [1]. Efisiensi L-citrulline sebagai inhibitor dalam media NaCl dengan konsentrasi 2%(w/v) dan 3%(w/v) dikaji dengan menggunakan metoda potensiodinamik.

## II. Percobaan

### 2.1 Alat dan Bahan

Peralatan dalam penelitian ini terdiri dari seperangkat alat gelas dan potensiostat autolab Metrohm tipe AUT84948 yang dilengkapi dengan sel tiga elektroda yang terdiri dari elektroda kerja yaitu *tinplate*, elektroda pembanding SCE (Ag/AgCl,Cl<sup>-</sup>) dan elektroda bantu platina (Pt).

Bahan-bahan yang digunakan yaitu, NaCl (p.a), (*tinplate*) tipe TP20, *L-citrulline* ( $\geq$ 98% Sigma-Aldrich), aquabidest, dan aseton.

### 2.2 Metode Penelitian

Media korosi 2% dan 3% NaCl dibuat tanpa dan dengan penambahan L-Citrulline dengan variasi konsentrasi 25, 50, 75, 100, 125 dan 150 mg/L.

Elektroda kerja tinplate yang sudah dipersiapkan, elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding, dan platina sebagai elektroda bantu, ketiganya dimasukkan ke dalam media korosi masing-masing 2% NaCl dan 3% NaCl tanpa dan dengan variasi konsentrasi inhibitor dan dibiarkan selama 10 menit. Kemudian ujung-ujung elektroda tersebut dihubungkan dengan potensiostat dan polarisasi dilakukan dari -250mV sampai dengan 250 mV dengan kecepatan scan 1mV/detik pada suhu kamar [7].

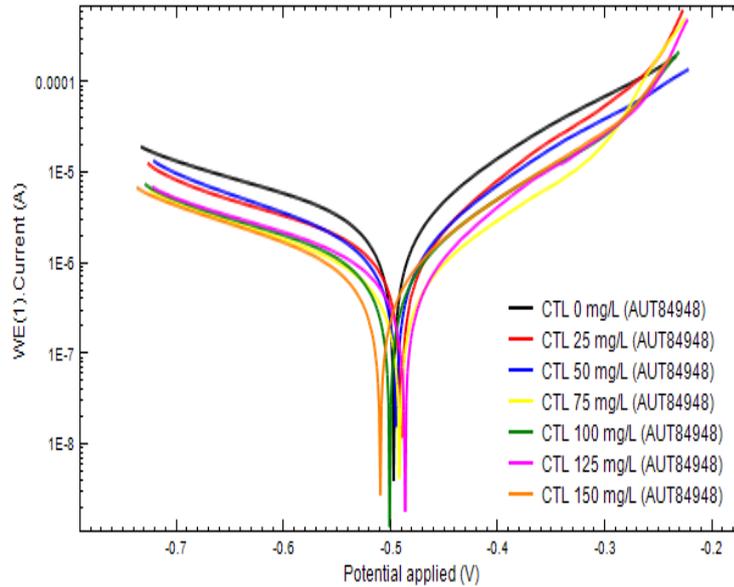
## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Karakterisasi Koagulan Cair

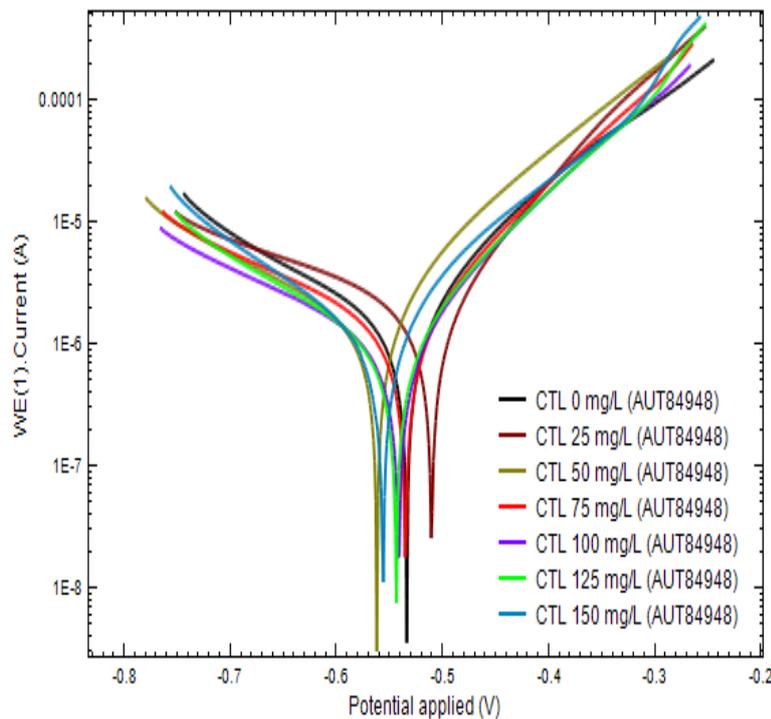
Hasil pengukuran parameter korosi khususnya densitas arus korosi tinplate masing-masing dalam media 2% dan 3%

NaCl tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor L-Citrulline dengan metode polarisasi potensiodynamik didapatkan kurva

polarisasi potensiodynamik seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.



**Gambar 1:** Kurva polarisasi *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl dengan variasi konsentrasi *L-citrulline*



**Gambar 2:** Kurva polarisasi *tinplate* dalam media korosi 3% NaCl dengan variasi konsentrasi *L-citrulline*

Hasil ekstrapolasi Tafel dari kurva polarisasi pada gambar 1 dan gambar 2 tersebut diperoleh parameter korosi tinplate dalam media 2% dan 3% NaCl masing-masing seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Parameter Korosi tinplate pada 2% NaCl dengan adanya L-Citrulline dengan variasi konsentrasi**

Media Korosi + CTL (mg/L)	$I_{kor}$ ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )	EI (%)
0	3,05	-
25	2,53	17,10
50	2,29	25,20
75	1,97	35,44
100	1,51	50,54
125	1,30	57,46
150	0,95	68,97

**Tabel 2 : Parameter Korosi tinplate pada 3% NaCl dengan adanya L-Citrulline dengan variasi konsentrasi**

Media Korosi + CTL (mg/L)	$I_{kor}$ ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )	EI (%)
0	2,92	-
25	1,76	39,73
50	1,18	55,93
75	0,92	66,73
100	0,77	73,56
125	0,72	74,14
150	0,71	74,59

Data Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa pada konsentrasi media masing-masing 2% dan 3% NaCl, efisiensi inhibisi L-Citrullin meningkat dengan peningkatan konsentrasi dan adanya penambahan L-citrullin 150 mg/L mampu menurunkan densitas arus korosi ( $I_{kor}$ ) sebesar 75,6% dengan efisiensi inhibisi sebesar 74,59%.

Penurunan densitas arus korosi seiring dengan peningkatan konsentrasi inhibitor disebabkan karena terjadinya adsorpsi inhibitor pada permukaan tinplate sehingga dapat menghalangi interaksi antara tinplate dengan media NaCl.

Penggunaan inhibitor pada Konsentrasi media korosi 2% NaCl menunjukkan bahwa penambahan L-Citrulline dalam jumlah yang sama, lebih besar efisiensi inhibisi korosinya dibandingkan dalam media korosi 3% NaCl seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Adanya penambahan konsentrasi ion Cl<sup>-</sup> dalam media korosi akan mempercepat terjadinya pembentukan garam klorida dari tinplate yang kemudian dapat mengalami hidrolisa dan dapat menurunkan pH media [8]. Dengan penurunan pH media maka densitas arus akan semakin besar dan efisiensi inhibisi L-Citrulline menjadi lebih rendah.

Efisiensi inhibisi dapat dikaitkan dengan besarnya luas pelingkupan permukaan tinplate ( $\Theta$ ) dan dapat ditentukan dari persamaan:

$$IE = \frac{I - I_i}{I} \times 100\% \quad (1)$$

$$\Theta = IE / 100 \quad (2)$$

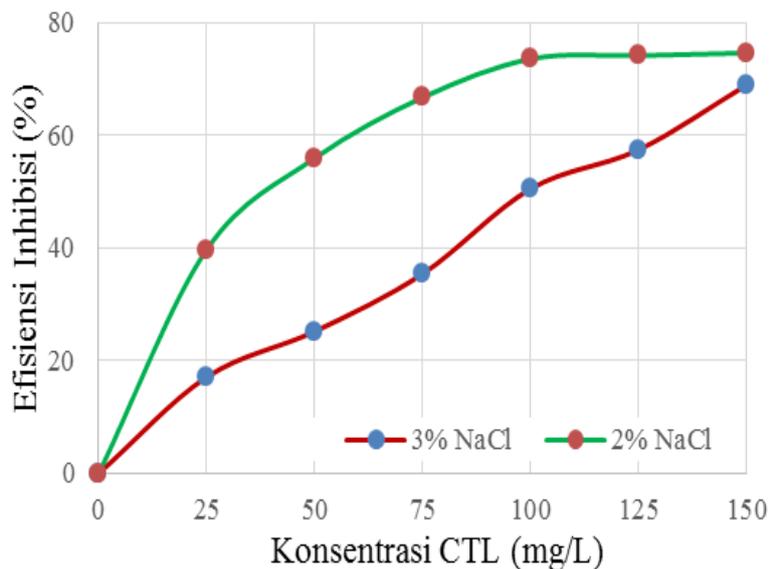
dimana I dan  $I_i$  adalah densitas arus korosi tinplate pada media korosi NaCl masing-masing sebelum dan sesudah ditambah dengan inhibitor.

Hasil pengeplotan luas pelingkupan permukaan tinplate terhadap konsentrasi inhibitor pada beberapa tipe adsorpsi isothermal, menunjukkan bahwa adsorpsi L – Citrulline pada permukaan baja mengikuti adsorpsi isothermal Freundlich dengan koefisien korelasi ( $r^2$ ) = 0,9835 dan nilai konstanta adsorpsi (Kads) sebesar 0,0122.

Berdasarkan nilai Kads tersebut dapat dihitung besarnya energi bebas Gibbs adsorpsi melalui persamaan [9] :

$$K = \frac{1}{C} \exp\left(\frac{\Delta G_{ads}}{RT}\right) \quad (3)$$

Dimana C merupakan konsentrasi pada antarmuka larutan/logam, yang menyatakan konsentrasi air, R adalah konstanta gas ideal dan T adalah suhu pengujian, dan didapatkan nilai  $\Delta G_{ads}$  sebesar - 23,315 kJ/mol. Hal itu menunjukkan bahwa adsorpsi L-Citrulline pada permukaan Tinplate merupakan adsorpsi fisik. Adsorpsi fisik terjadi karena adanya interaksi elektrostatik antara muatan pada molekul inhibitor dengan muatan pada permukaan logam [10].



**Gambar 3 : Perbandingan efisiensi inhibisi L-Citrulline dengan variasi konsentrasi dalam media korosi 2% dan 3% NaCl.**

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaCl sebagai media korosi tinplate mempengaruhi efisiensi inhibisi *L-citrulline* pada korosi tinplate, dimana dalam media 2% NaCl efisiensinya mencapai 74,59% dengan penurunan laju korosi sebesar 75,63% untuk konsentrasi *L-citrulline* 150 mg CTL/L sedangkan dalam media 3% NaCl untuk konsentrasi *L-citrulline* yang sama efisiensi inhibisinya sebesar 68,97% dengan penurunan laju korosi sebesar 68,95%. Pada konsentrasi NaCl yang sama masing-masing pada 2% ataupun 3%, makin tinggi konsentrasi *L-citrulline* yang ditambahkan maka efisiensi inhibisi korosinya juga meningkat. *L-citrulline* dapat menghambat laju korosi tinplate dalam media NaCl melalui adsorpsi fisik dengan tipe adsorpsi isothermal Freundlich.

#### Daftar Pustaka

- Ucapan Terima Kasih
- [1] D.Xia., Song, S., Wang, J., Bi, H., Jiang, Y., Han, Z., (2012) "Corrosion behavior of tinplate in NaCl solution" *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 22, 717–724.
  - [2] M.Scendo, (2007), The effect of purine on the corrosion of copper in chloride solution, *Jurnal of Corrosion Science*, Vol 49, 373-390
  - [3] Irfan Mardhani dan Harmami, (2013), "Pengaruh Suhu terhadap Korosi Baja SS 304 dalam media 1M HCl dengan adanya Inhibitor Kinina", *Jurnal sains dan Seni POMITS vol 2, No.2*, 2337-3520
  - [4] M.I. Award, (2006) "Eco Friendly Corrosion Inhibitors: Inhibitive Action of Quinine for Corrosion of Low Carbon Steel in 1M HCl", *Jurnal of Applied Electrochemistry*, Vol 36, 1163-1168
  - [5] N.A Odewunmi, S.A. Umoren, Z.M. Gasem, S.A. Ganiyu, Q. Muhammad, (2015) "*L-citrulline*: An active corrosion inhibitor component of watermelon rind extract for mild steel in HCl medium". *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 51, 177–185.
  - [6] A.Petchiammal, P.Rani, D., S., S., K., K., (2012), "Corrosion Protection of Zinc in Natural Sea Water using *Citrullus Vulgaris* peel as an Inhibitor", *Research Journal of Chemical Science* 2(4), 24–34.
  - [7] Dedi Restiawan dan Harmami (2013), "Kinina sebagai inhibitor korosi Baja SS 304 dalam media 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan Variasi Suhu", *Jurnal sains dan Seni POMITS vol 2, No.1*, 2337-3520
  - [8] Talbot D. (1998) *Corrosion Science and Technology*. first ed., CRC press, Boca Raton,.
  - [9] Atkins P. (2006), *Physical Chemistry*. eight ed., W. H. Freeman and Company New York, University of Oxford, and Fellow of Lincoln College, Oxford.
  - [10] F.Bentiss, M.Lebrini, M.Lagreneee, (2005), *Thermodynamic characterization of metal dissolution and inhibitor adsorption processes in mild steel/2.5 bis(n-thionyl)-1,3,4-thiadiazoles/hydrochloric acid system*, *Corrosion Science*, Vol 47, 2915-2931