

# Inhibisi Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oleh Kinina dengan Penambahan 1 mM Natrium sitrat

Tamtsilia Nabila Sulfi dan Harmami

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: harmami@chem.its.ac.id

**Abstrak**—Kemampuan kinina sebagai inhibitor korosi baja SS 304 dengan dan tanpa penambahan 1 mM natrium sitrat dalam media 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> telah dikaji dengan metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Adanya perubahan parameter EIS (hambatan polarisasi,  $R_p$  dan Unsur fase konstan,  $CPE_d$ ) mengindikasikan adanya adsorpsi kinina pada permukaan baja membentuk lapisan film protektif. Efisiensi inhibisi yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi kinina, dengan inhibisi tertinggi pada konsentrasi 500 mg/L. Penambahan 1 mM natrium sitrat ke dalam larutan uji menyebabkan efisiensi inhibisi menurun dan laju korosi baja SS 304 meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa kinina tidak memiliki efek sinergis jika dicampurkan dengan 1 mM natrium sitrat.

**Kata Kunci**—Efek sinergis, efisiensi inhibisi, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kinina, natrium sitrat.

## I. PENDAHULUAN

BAJA stainless steel (SS) tipe 304 banyak digunakan dalam industri. Penggunaan baja dalam industri menyebabkan baja sering kontak langsung dengan cairan maupun gas bertekanan tinggi sehingga lama kelamaan menyebabkan timbulnya kerak pada permukaan baja. Untuk menghilangkan kerak tersebut, maka dilakukan proses pickling yang biasanya menggunakan asam kuat, seperti HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kedua asam tersebut bersifat korosif, mengakibatkan besi dan paduannya dalam baja terlarut. Hal ini akan membuat ketahanan baja berkurang dan dapat terjadi korosi yang menyebabkan kerugian baik sumber daya maupun materi [1].

Penambahan sejumlah kecil inhibitor dalam proses pickling dapat menurunkan laju korosi. Inhibitor dapat menurunkan laju korosi dengan cara membentuk lapisan pasif pada permukaan logam. Inhibitor yang efektif dalam media asam adalah senyawa organik yang memiliki atom elektronegatif (seperti sulfur, nitrogen, oksigen, fosfor), memiliki ukuran molekul besar, memiliki ikatan  $\pi$  [2]. Senyawa organik tersebut dapat teradsorpsi dengan baik pada permukaan logam sehingga mengurangi laju korosi.

Kinina sebagai garamnya (kinina sulfat) merupakan salah satu inhibitor organik yang ramah lingkungan. Kinina sulfat dapat digunakan sebagai inhibitor karena memiliki cincin heterosiklik dalam strukturnya. Kinina sulfat dapat menghambat korosi dengan teradsorpsi pada permukaan baja dan membentuk lapisan film tipis [3]–[4].

Penelitian tentang efek sinergis campuran organik-organik inhibitor telah banyak dilakukan [5]–[6]. Pemilihan

campuran organik-organik inhibitor diharapkan dapat meningkatkan efisiensi inhibisi. Kedua penelitian tersebut membuktikan bahwa campuran senyawa organik-organik dapat memberikan efek sinergis, yakni dapat menaikkan efisiensi inhibisi jika kedua inhibitor tersebut dicampurkan. Selain efek sinergis, campuran senyawa organik-organik juga dapat memberikan efek antagonis, yakni dapat menurunkan efisiensi inhibisi jika kedua senyawa organik dicampurkan. [7]–[8].

Pada penelitian ini akan digunakan senyawa kinina murni sebagai inhibitor korosi baja SS 304 dalam media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, serta dengan penambahan natrium sitrat dengan tujuan mengetahui efek inhibisinya.

## II. URAIAN PENELITIAN

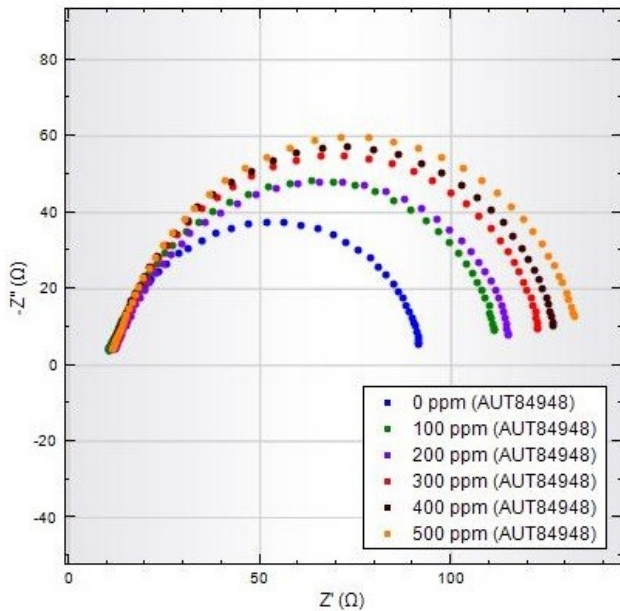
Metode EIS digunakan untuk menentukan parameter elektrokimia yang diantaranya adalah  $R_p$  (hambatan polarisasi) dan  $CPE_d$  (unsur fase konstan). Pengujian metode ini menggunakan Potensiostat Autolab Metrohm tipe AUT84948 dengan 3 elektroda. Elektrolit yang digunakan adalah larutan 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan variasi konsentrasi kinina 0, 100, 200, 300, 400, 500 mg/L, serta dengan penambahan 1 mM natrium sitrat pada masing-masing konsentrasi kinina. Pengukuran impedansi dilakukan pada rentang frekuensi 1000 Hz sampai 1 Hz dengan amplitudo dari puncak ke puncak sebesar 0,005 mV. Pengukuran impedansi dilakukan pada suhu kamar. Efisiensi inhibisi dari metode ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\%EI = \frac{(1/R_{ct}^0) - (1/R_{ct})}{(1/R_{ct}^0)} \times 100 \quad (1)$$

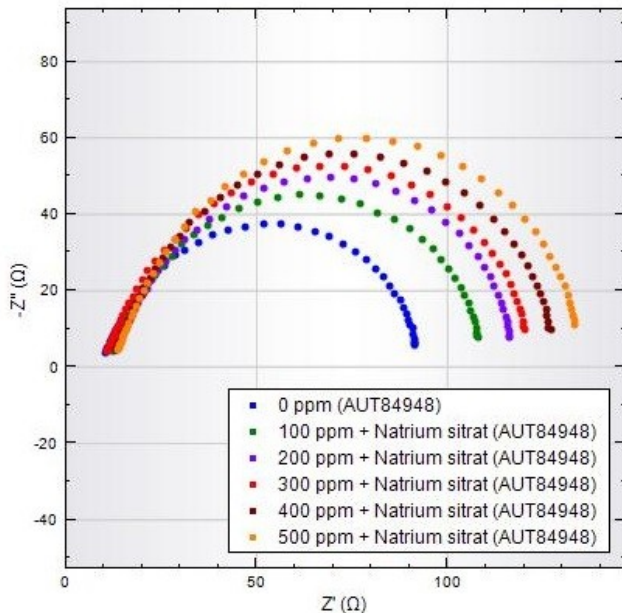
dimana  $R_{ct}^0$  adalah tahanan transfer muatan tanpa penambahan inhibitor dan  $R_{ct}$  adalah tahanan transfer muatan dengan penambahan inhibitor [9].

## III. HASIL DAN DISKUSI

Korosi baja SS 304 dalam media 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan dan tanpa kinina serta dengan penambahan 1 mM natrium sitrat telah diuji dengan metode EIS pada suhu kamar. Plot nyquist yang didapat dari penelitian ini tidak sempurna setengah lingkaran, hal ini dikarenakan pengurangan frekuensi yang muncul akibat inhomogenitas dan kekasaran permukaan baja [1]. Pada gambar 1 dan 2 terlihat bahwa plot nyquist berupa kurva setengah lingkaran dimana besar diameternya meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi



Gambar 1. Plot nyquist baja SS 304 dengan konsentrasi kinina; 0, 100, 200, 300, 400, 500 mg/L.



Gambar 2. Plot nyquist baja SS 304 dengan konsentrasi kinina; 0, 100, 200, 300, 400, 500 mg/L serta dengan penambahan 1 mM natrium sitrat pada masing-masing konsentrasi kinina.

inhibitor. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada reaksi korosi terjadi proses transfer muatan [10]. Kurva setengah lingkaran menunjukkan bahwa proses transfer muatan mengontrol reaksi korosi baja [11].

Parameter yang diperoleh dari metode ini yakni hambatan polarisasi ( $R_p$ ) dan *Constant Phase Element* ( $CPE_d$ ), dapat dilihat pada tabel 1. Dari tabel 1 dapat diketahui hambatan polarisasi sebelum penambahan inhibitor kinina senilai 77,68  $\Omega$  dan setelah penambahan 500 mg/L kinina hambatan polarisasi meningkat menjadi sebesar 113,66  $\Omega$ , menunjukkan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi inhibitor, maka nilai hambatan polarisasi juga semakin meningkat. Meningkatnya nilai hambatan polarisasi ini dikarenakan adsorpsi dari molekul organik inhibitor pada permukaan baja terjadi secara efisien sehingga mengurangi

Tabel 1.  
Parameter EIS baja SS 304 dalam 1 M  $H_2SO_4$  dengan variasi konsentrasi kinina dan kinina dengan penambahan 1 mM natrium sitrat

Inhibitor	[Inh] (mg/L)	$R_p$ ( $\Omega$ )	$CPE_d$ ( $\mu F$ )	%EI
Kinina	0	77,68	92,3	0
	100	95,51	95,54	18,66
	200	97,77	82,04	20,54
	300	106,57	73,78	27,10
	400	108,04	82,48	28,10
	500	113,66	85,64	31,65
Kinina + 1 mM Natrium sitrat	100	90,07	91,35	13,75
	200	95,04	80,46	18,26
	300	100,55	94,35	22,74
	400	104,18	83,04	25,43
	500	108,78	84,42	28,59

kontak antara permukaan baja dengan lingkungannya yang agresif [12].

Penambahan 1 mM natrium sitrat menurunkan nilai hambatan polarisasi. Pada konsentrasi kinina 500 mg/L, nilai hambatan polarisasi menurun dari 113,66  $\Omega$  menjadi 108,78  $\Omega$ . Hal ini menunjukkan bahwa kinina dan natrium sitrat tidak bersinergi dalam menghambat korosi baja SS 304 dalam media 1 M  $H_2SO_4$ . Penambahan natrium sitrat dalam larutan uji akan mengurangi kekuatan interaksi antara kinina dengan permukaan baja sehingga menyebabkan turunnya nilai hambatan polarisasi.

Informasi lain yang diperoleh pada tabel 1 adalah  $CPE_d$ . Unsur fase konstan atau yang disebut  $CPE_d$  menunjukkan bahwa rangkaian ini terdiri dari kapasitor ganda untuk memberikan hasil yang akurat [13]. Besarnya nilai  $CPE_d$  yang diperoleh pada penelitian ini naik turun tidak beraturan, tidak membentuk suatu pola tertentu. Ketidakteraturan nilai  $CPE_d$  menghasilkan plot nyquist yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya hambatan oleh inhibitor yang bertindak sebagai kapasitor yang tidak teratur [14].

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi inhibisi dan hambatan polarisasi kinina semakin besar seiring dengan kenaikan konsentrasi dan mencapai nilai tertinggi pada konsentrasi 500 mg/L. Penambahan 1 mM natrium sitrat menurunkan nilai efisiensi inhibisi dan hambatan polarisasi, menunjukkan kinina tidak bekerja secara sinergis dengan natrium sitrat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Harmami, MS. selaku dosen pembimbing serta teman-teman satu tim penelitian untuk segala bantuan yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahamad I. and Quraishi M. A. "Bis (benzimidazol-2-yl) disulphide: An efficient water soluble inhibitor for corrosion of mild steel in acid media". *Corros. Sci.* 51, (2009) 2006–2013.
- [2] Obot I. B. and Obi-Egbedi N. O. "2,3-Diphenylbenzoquinoxaline: A new corrosion inhibitor for mild steel in sulphuric acid". *Corros. Sci.* 52, (2010) 282–285.
- [3] Awad M. I. "Eco Friendly Corrosion Inhibitors : Inhibitive Action of Quinine for Corrosion of Low Carbon Steel in 1 M HCl". *Journal Applied Electrochemistry* 36, (2006) 1163–1168.
- [4] Nugraheni Z. V. "Inhibisi Korosi Baja SS 304 dengan Kinina sulfat dalam Media 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>", Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (2012)
- [5] Qu Q., Jiang S., Bai W. and Li L. "Effect of ethylenediamine tetraacetic acid disodium on the corrosion of cold rolled steel in the presence of benzotriazole in hydrochloric acid". *Electrochimica Acta* 52, (2007) 6811–6820.
- [6] Li X., Deng S. and Fu H. "Synergism between red tetrazolium and uracil on the corrosion of cold rolled steel in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution". *Corros. Sci.* 51, (2009) 1344–1355.
- [7] Hosseini M., Mertens S. F. L. and Arshadi M. R. "Synergism and antagonism in mild steel corrosion inhibition by sodium dodecylbenzenesulphonate and hexamethylenetetramine". *Corros. Sci.* 45, (2003) 1473–1489.
- [8] Rajendran S., Apparao B. . and Palaniswamy N. "Synergistic and antagonistic effects existing among polyacrylamide, phenyl phosphonate and Zn<sup>2+</sup> on the inhibition of corrosion of mild steel in a neutral aqueous environment". *Electrochimica Acta* 44, (1998) 533–537.
- [9] Hussin M. H. and Kassim M. J. "The corrosion inhibition and adsorption behavior of Uncaria gambir extract on mild steel in 1 M HCl". *Mater. Chem. Phys.* 125, (2011) 461–468.
- [10] Aljourani J., Raeissi K. and Golozar M. A. (2009) Benzimidazole and its derivatives as corrosion inhibitors for mild steel in 1M HCl solution. *Corros. Sci.* 51, 1836–1843.
- [11] Benali O., Larabi L., Traisnel M., Gengembre L. and Harek Y. "Electrochemical, theoretical and XPS studies of 2-mercapto-1-methylimidazole adsorption on carbon steel in 1 M HClO<sub>4</sub>". *Appl. Surf. Sci.* 253, (2007) 6130–6139.
- [12] Döner A., Solmaz R., Özcan M. and Kardaş G. "Experimental and theoretical studies of thiazoles as corrosion inhibitors for mild steel in sulphuric acid solution". *Corros. Sci.* 53, (2011) 2902–2913.
- [13] Noor E. A. and Al-Moubaraki A. H. "Thermodynamic study of metal corrosion and inhibitor adsorption processes in mild steel/1-methyl-4[4'(-X)-styryl pyridinium iodides/hydrochloric acid systems". *Mater. Chem. Phys.* 110, (2008) 145–154.
- [14] Satapathy A. K., Gunasekaran G., Sahoo S. C., Amit K. and Rodrigues P. V. "Corrosion inhibition by Justicia gendarussa plant extract in hydrochloric acid solution". *Corros. Sci.* 51, (2009) 2848–2856.