



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VI**  
"Pemantapan Riset Kimia dan Asesmen Dalam Pembelajaran  
Berbasis Pendekatan Saintifik"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 21 Juni 2014



**MAKALAH  
PENDAMPING**

**KIMIA ANORGANIK  
DAN KIMIA FISIKA**

**ISBN : 979363174-0**

## **LAJU KOROSI BAJA SS 304**

### **DALAM MEDIA HCL DENGAN INHIBITOR KININA**

**Harmami<sup>1,\*</sup> dan Irfan Mardhani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Jurusan Kimia, FMIPA, ITS, Surabaya, Indonesia*

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

\*Keperluan korespondensi, 081357735004, harmami@chem.its.ac.id

#### **ABSTRAK**

Laju korosi Stainless Steel 304 (SS 304) dalam media HCl tanpa dan dengan adanya variasi konsentrasi inhibitor kinina pada berbagai temperatur media telah dipelajari dengan metoda polarisasi potensiodinamik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu konstan, semakin tinggi konsentrasi inhibitor maka laju korosi semakin rendah dengan penurunan laju korosi rata-rata mencapai 81,78% pada konsentrasi inhibitor 500 ppm. Sedangkan pada konsentrasi inhibitor yang sama peningkatan suhu media akan meningkatkan laju korosi. Adsorpsi inhibitor pada permukaan SS 304 diketahui mengikuti adsorpsi isotermal Langmuir.

**Kata Kunci :** *laju korosi, inhibitor, kinina dan polarisasi potensiodinamik*

#### **PENDAHULUAN**

Baja tahan karat tipe 304 ( SS 304 ) merupakan tipe baja yang paling banyak digunakan di industri dibandingkan dengan baja tahan karat tipe yang lain karena

harganya lebih murah dan ketahanan terhadap korosi cukup Baja tahan karat tipe 304 ini selain Fe mengandung: Karbon (C) 0.04 %, Silikon (Si) 0.45 %, Mangan (Mn) 1.96 %, Kromium (Cr) 18.42 %, Nikel (Ni) 9.74 %, Fosfor (P) 0.0065 % dan Sulfur (S)

0.011 % [1]. Adanya kromium ini menjadikannya baja tipe 304 ini tahan karat karena dapat membentuk lapisan oksida di permukaannya. Namun demikian oksida logam tersebut tidak akan terbentuk pada pH rendah, sehingga umumnya pada proses cuci asam baja tipe 304 ini masih bisa mengalami korosi [2].

Salah satu cara pengendalian korosi baja pada proses cuci asam adalah dengan penambahan inhibitor. Inhibitor adalah zat atau bahan yang ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam media korosif untuk mengurangi atau mencegah terjadinya reaksi antara logam dengan media, dapat meningkatkan atau menurunkan reaksi pada anodik dan atau katodik, serta dapat menurunkan laju difusi untuk reaktan pada permukaan logam [3].

Telah banyak kajian literatur yang menyatakan bahwa zat organik dapat digunakan sebagai inhibitor dengan cara teradsorpsi pada permukaan logam, terutama bahan organik yang mengandung atom-atom seperti: nitrogen, oksigen, sulfur dan fosfor, ikatan rangkap atau cincin aromatik dan sisi aktif [4].

Awad pada tahun 2006 telah meneliti penggunaan kinina sulfat sebagai inhibitor korosi baja karbon lunak dalam media asam dengan efisiensi inhibisi mencapai 96% pada konsentrasi sebesar 0,48 mM pada suhu media 20°C [5]. Penggunaan

kinina sulfat dalam bentuk tablet kinina sulfat juga telah dikaji sebagai inhibitor korosi baja tahan karat tipe 304 dalam media 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan penambahan ion I<sup>-</sup> yang efisiensi inhibisinya mencapai lebih 99% pada konsentrasi inhibitor 125 ppm dan suhu kamar [6]. Pada penelitian yang lain juga telah dikaji penggunaan kinina murni sebagai inhibitor korosi SS 304 dalam 1M HCL menggunakan metoda pengurangan berat, polarisasi potensi dinamik dan electrochemical Impedance Spectroscopy mendapatkan efisiensi sebesar 72,43% pada suhu kamar dan konsentrasi inhibitor sebesar 500 ppm [7].

Pada penelitian ini dikaji pengaruh suhu terhadap laju korosi SS 304 dalam 1M HCL dengan adanya inhibitor kinina.

## PROSEDUR PERCOBAAN

### Peralatan dan Bahan

#### Peralatan

Palam penelitian ini terdiri dari seperangkat alat gelas dan potensiostat autolab Metrohm tipe AUT84948 yang dilengkapi dengan sel tiga elektroda yang terdiri dari elektroda kerja, elektroda pembanding SCE, elektroda bantu platina (Pt).

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu baja tahan karat tipe 304 dengan ketebalan 1 mm, Kinina, HCl pekat (37%), aquabidest, dan aseton

### Prosedur Kerja

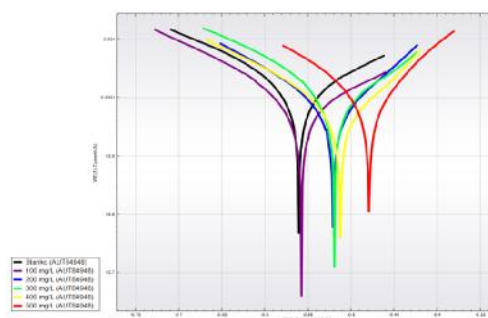
Baja tahan karat tipe 304 yang mempunyai komposisi kimia 0.08% C, 2% Mn, 0.45% P, 0.03% S, 0.75% Si, 18-20% Cr, dan 8-10.5 % Ni, dan sisanya adalah besi, yang telah dipotong untuk digunakan sebagai elektroda kerja digosok dengan kertas ampelas berturut-turut dengan grade 500 dan 1000, dicuci dengan aseton, dibilas dengan aquabidest dan dikeringkan selama  $\pm 5$  menit sebelum dimasukkan ke dalam media korosi.

Media korosi 1M HCL dibuat tanpa dan dengan penambahan kinina dengan variasi konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 ppm.

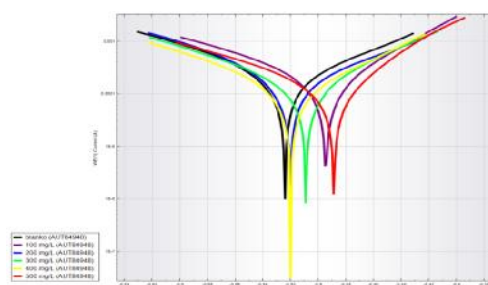
Elektroda kerja yang sudah dipersiapkan, elektroda Ag/AgCl sebagai elektroda pembanding, dan platina sebagai elektroda bantu, ketiganya dimasukkan ke dalam media korosi tanpa dan dengan variasi konsentrasi inhibitor dan ujung-ujung elektroda tersebut dihubungkan dengan potensiostat. Polarisasi dilakukan dari -250mV sampai dengan 250 mV dengan kecepatan scan 1mV/detik. yang sama dilakukan untuk variasi suhu media : suhu kamar, 40°C , 50°C dan 60°C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

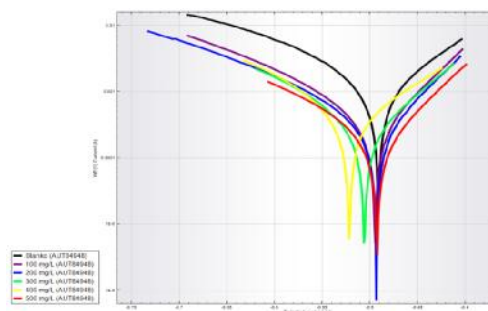
Hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik didapatkan kurva polarisasi potensiodinamik pada variasi suhu : ruang, 40°C, dan 60°C.seperti pada lampiran Gambar 1, 2, 3, dan 4.



Gambar 1. Kurva polarisasi potensiodinamik pada suhu 30°C



Gambar 2. Kurva polarisasi potensiodinamik pada suhu 40°C



Gambar 3. Kurva polarisasi potensiodinamik pada suhu 50°C

Suhu	[Inh] (mg/L)	$E_{kor}$ (mV)	$I_{kor}$ ( $\mu A/cm^2$ )	R (mpy)
30	0	-560,70	305,70	3,18
	100	-557,18	125,09	1,30
	200	-520,48	90,98	0,95
	300	-519,53	83,84	0,87
	400	-512,83	79,76	0,83
	500	-499,20	71,80	0,75
40	0	-523,72	465,81	4,84
	100	-494,52	144,94	1,51
	200	-520,25	135,58	1,41
	300	-508,91	127,53	1,33
	400	-520,02	115,85	1,20
	500	-488,70	99,52	1,04
50	0	-490,87	1583,00	16,46
	100	-494,44	371,08	3,86
	200	-493,22	323,36	3,36
	300	-505,85	309,67	3,22
	400	-521,60	256,85	2,67
	500	-492,63	190,35	1,98
60	0	-490,70	3499,20	36,39
	100	-494,06	999,94	10,40
	200	-502,14	745,97	7,76
	300	-514,10	692,75	7,20
	400	-518,10	665,48	6,92
	500	-550,76	550,76	5,73

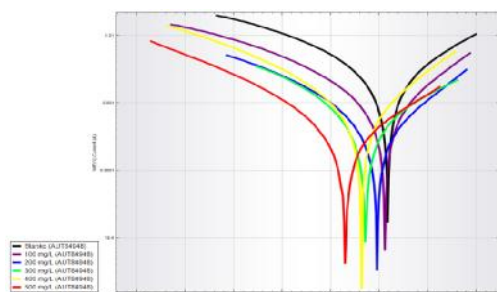
Gambar 4. Kurva polarisasi potensiodinamik pada suhu 60°C

Ekstrapolasi Tafel dari kurva polarisasi pada gambar-gambar tersebut diperoleh parameter korosi baja SS 304 dalam larutan 1M HCl yang ditunjukkan pada lampiran Tabel 1.

Tabel 1. Parameter korosi baja SS 304 dalam 1M HCl tanpa dan dengan penambahan inhibitor pada Variasi konsentrasi dan suhu

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada suhu yang sama, makin tinggi konsentrasi inhibitor laju korosinya makin kecil. Penurunan laju korosi pada suhu kamar hingga suhu 50 °C menunjukkan peningkatan dari 76,4% pada suhu kamar menjadi 87,9% pada suhu 50 °C. Tetapi pada suhu 60°C penurunan laju korosinya turun menjadi 84,3%. Sedangkan pada konsentrasi inhibitor yang sama, makin tinggi suhu media maka makin besar laju korosinya. Kinina dapat menurunkan laju korosi baja SS 304 dalam media 1M HCl optimum pada konsentrasi 500 ppm dan suhu media 50°C dengan efisiensi inhibisi laju korosi mencapai 87,97%.

Penurunan laju korosi seiring dengan peningkatan konsentrasi inhibitor disebabkan karena terjadinya adsorpsi inhibitor pada permukaan baja sehingga dapat menghalangi interaksi antara baja dengan media.



Besarnya luas pelingkupan permukaan baja ( ) dapat ditentukan dari persamaan:

$$IE = \frac{I - I_i}{I} \times 100\%$$

dan  $\theta = IE / 100$

dimana I dan  $I_i$  adalah densitas arus korosi baja pada media atau larutan asam masing-masing sebelum dan sesudah ditambah dengan inhibitor.

Hasil pengeplotan luas pelingkupan permukaan baja terhadap konsentrasi inhibitor pada beberapa tipe adsorpsi isothermal, menunjukkan bahwa adsorpsi kinina pada permukaan baja mengikuti adsorpsi isothermal Langmuir dengan persamaan [8]:

$$C/\theta = 1/k + C$$

Dimana c merupakan konsentrasi inhibitor,  $\theta$  luas pelingkupan permukaan dan k adalah konstanta kesetimbangan adsorpsi. Hasil pengeplotan adsorpsi isothermal Langmuir didapatkan koefisien korelasi ( $r^2$ ) dan nilai konstanta (K) seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Adsorpsi isothermal

Suhu (°C)	Parameter adsorpsi		
	Slope	K (mL <sup>-1</sup> L)	r <sup>2</sup>
30	1,2249	10000	0,999
40	1,2317	10000	0,997

50	1,1016	11111,11	0,996
60	1,1465	12500	0,999

Dari nilai K pada Tabel 2 dapat dihitung besarnya energi bebas Gibbs adsorpsi melalui persamaan [9] :

$$K = \frac{1}{C} \exp \frac{\Delta G_{ads}}{RT}$$

Dimana C merupakan konsentrasi pada antarmuka larutan/logam, yang menyatakan konsentrasi air, R adalah konstanta gas ideal dan T adalah suhu pengujian. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Energi Bebas Adsorpsi isothermal

T (°C)	G (KJ mol <sup>-1</sup> )
30	-33,32
40	-34,41
50	-35,80
60	-37,23

Pada Tabel 3 terlihat bahwa energi bebas Gibbs adsorpsi berharga negatif yang menunjukkan reaksi adsorpsi kinina pada permukaan baja merupakan reaksi yang spontan. Dan nilai  $G_{ads}$  mendekati 40 kJ/mol, menunjukkan bahwa adsorpsi kinina pada permukaan baja merupakan adsorpsi kimia. Hal tersebut juga didukung data efisiensi inhibisi yang meningkat dengan peningkatan suhu.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa laju korosi baja SS 304 dalam larutan 1M HCl dapat dihambat dengan kinina sebagai

inhibitor. Laju korosi SS 304 pada suhu yang sama menurun dengan peningkatan konsentrasi inhibitor dan pada konsentrasi inhibitor yang sama, meningkat dengan peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi laju korosi optimum mencapai 87,97% pada suhu 50°C dan konsentrasi 500 mg/L.. Adsorpsi molekul kinina pada permukaan baja mengikuti adsorpsi isothermal Langmuir dan merupakan adsorpsi kimia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] **Article in Journal** : Rashid M. W. A., Gakim M., Rosli Z. M. and Azam M. A. ,Formation of Cr<sub>2</sub>C<sub>6</sub> during the Sensitization of AISI 304 Stainless Steel and its Effect to Pitting Corrosion. *International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE* **7**, 13, 2012.
- [2] **Chapter in Book**: Talbot D., *Corrosion Science and Technology*. first ed., CRC press, Boca Raton,1988.
- [3] **Chapter in Book**: Surya, Indra, D., "Kimia Dari Inhibitor Korosi". UNSUD. Sumatra Utara, 2004
- [4] **Article in Journal**: Fouda, A.S., Ellithy, A.S., "Inhibition Effect of 4-Phenylthiazole derivatives on corrosion of 304L Stainless Steel in HCl Solution. Cairo. Egypt, 2009
- [5] **Article in Journal** : Awad M. I. , Eco Friendly Corrosion Inhibitors: Inhibitive Action of Quinine for Corrosion of Low Carbon Steel in 1 M HCl. *Springer*, 2006
- [6] **Article in Proceeding** : Nugrahaeni Z.V. dan Harmami, Inhibisi korosi baja SS 304 dengan kinina sulfat dalam media 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Prosiding Seminar nasional Pasca Sarjana XIII-ITS, ISBN No. 978-979-96700-6-9, 2013.
- [7] **Article in Proceeding** : Harmami dan M.Yusuf, Efisiensi inhibisi kinina pada korosi baja SS 304 dalam media 1M HCl, Prosiding Seminar Nasional Kimia XIII, ISBN no. 978-602-98130-1-2, 2013.
- [8] **Article in Journal** : Abboud Y., Abourriche A., Saffaj T., Berrada M., Charrouf M., Bennamara A. and Hannache H., A Novel Azo Dye, 8-Quinolinol-5-Azoantipyrine as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Media. *Desalination* **237**, 175–189, 2009.
- [9] **Chapter in Book** : Atkins P.W, *Physical Chemistry*. eight ed., W. H. Freeman and Company New York, University of Oxford, and Fellow of Lincoln College, Oxford, 2006

#### TANYA JAWAB

Pemakalah : Harmami

Penanya : Suyanta

Pertanyaan :

- a. Kinina yang dimaksud disini apakah yang lazim dimanfaatkan sebagai obat?
- b. Bagaimana mekanismenya kinina sebagai inhibitor?
- c. Dampak lingkungan kimia apa yang sudah dipertimbangkan?

Jawaban :

- d. negatif

a. Iya, kinina yang dimaksud adalah yang lazim dimanfaatkan sebagai obat.

b. Mekanismenya : kinina dalam media asam terprotonasi menjadi positif dan akan mendekat kepermukaan baja yang bermuatan negatif sehingga kinina akan teradsorpsi di permukaan baja.

c. Kinina adalah bahan kimia yang ramah lingkungan “green inhibitor” sehingga tidak ada dampak

terhadap lingkungan