

Kinina sebagai Inhibitor Korosi Baja SS 304 dalam Media 1 M H₂SO₄ dengan Variasi Suhu

Dedi Restiawan, 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—Aktivitas inhibisi kinina pada baja SS 304 dalam media 1 M H₂SO₄ pada berbagai suhu (30, 40, 50, dan 60 °C) telah dipelajari dengan metode polarisasi potensiodinamik. Efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi kinina, tetapi menurun seiring dengan kenaikan suhu. Nilainya mencapai maksimum pada suhu 30 °C dengan konsentrasi kinina 500 mg/L sebesar 46,41 %. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinina merupakan inhibitor tipe campuran dengan sifat katodik yang dominan. Molekulnya teradsorpsi pada permukaan baja secara fisik dan mengikuti model adsorpsi Freundlich.

Kata Kunci—Adsorpsi fisik; baja SS 304; kinina.

I. PENDAHULUAN

BAJA SS 304 merupakan baja yang terbuat dari campuran besi, 18 % Cr; 8,8 % Ni, dan beberapa logam lain dalam jumlah kecil. Baja ini banyak digunakan sebagai peralatan industri yang tidak lepas dari kontak dengan fluida pada prosesnya. Hal ini menyebabkan timbulnya kerak yang umumnya dihilangkan melalui pencucian menggunakan asam kuat seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄) yang bersifat korosif. Penggunaan dalam jumlah besar dapat menyebabkan terjadinya kerusakan (korosi) pada baja tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu zat yang dapat menghambat terjadinya korosi pada proses ini, yang disebut inhibitor [1,2].

Menurut beberapa penelitian, senyawa anorganik dapat digunakan sebagai inhibitor jika jumlahnya tepat, karena ia bersifat oksidator sehingga dapat mempercepat korosi [3]. Untuk mengatasi masalah ini para peneliti mengembangkan inhibitor jenis baru yang berasal dari senyawa organik yang mengandung atom N, O, atau S, senyawa heterosiklik maupun senyawa aromatik yang memiliki ikatan π [4]. Senyawa organik yang pernah dilaporkan sebagai inhibitor korosi adalah 2,5-bis(4-metoksifenil)-1,3,4-oxadiazol [5] dan 8-quinolinol-5-azoantipirina [6]. Inhibitor ini banyak digunakan karena memiliki aktivitas anti korosi yang lebih besar dan lebih ramah lingkungan daripada inhibitor anorganik [7].

Kinina merupakan salah satu senyawa organik yang memiliki cincin heterosiklik dengan heteroatom N yang pernah dilaporkan dapat digunakan sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam 1 M HCl dalam bentuk kinina sulfat [8]. Selain itu, senyawa ini juga pernah digunakan pada baja SS 304 dalam 1 M H₂SO₄ dalam bentuk tablet anti malaria yang mengandung 200 mg kinina sulfat/tablet

sehingga aktivitas anti korosinya rendah [9, 10]. Umumnya, dalam pengujian aktivitas inhibisi suatu senyawa dilakukan pada konsentrasi dan suhu yang berbeda karena keduanya merupakan faktor penting yang mempengaruhi nilai efisiensi inhibisi baik menaikkan maupun menurunkan [11].

Penggunaan kinina murni sebagai inhibitor korosi pada baja SS 304 dalam media asam sulfat (H₂SO₄) akan diuji pada penelitian ini untuk mengetahui efisiensi inhibisinya pada konsentrasi dan suhu yang berbeda menggunakan metode polarisasi potensiodinamik.

II. URAIAN PENELITIAN

2.1 Penyiapan Spesimen Baja

Baja SS 304 dipotong dengan ukuran 4 x 1 x 0,2 cm³. Kemudian baja tersebut dilapisi dengan cat poliakrilik hingga tersisa 1 cm². Setelah itu digosok dengan kertas amplas, dicuci menggunakan aquadest dan dibilas dengan aseton, lalu dikeringkan.

2.2 Pembuatan Media Korosi

2.2.1 Larutan 1 M H₂SO₄

Larutan ini dibuat dengan mengencerkan sebanyak 55,49 mL H₂SO₄ dalam labu ukur 1 L menggunakan aquaDM. Kemudian larutan tersebut distandarisasi menggunakan NaOH yang telah distandarisasi dengan asam oksalat.

2.2.2 Larutan 1 M H₂SO₄ dengan Variasi Konsentrasi Kinina

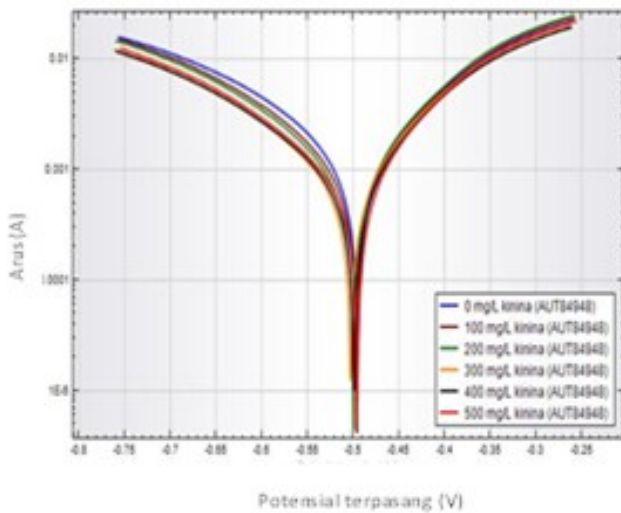
Sebanyak 250 mg kinina dilarutkan dengan 1 M H₂SO₄ dalam gelas piala, kemudian diencerkan dalam labu ukur 500 mL menggunakan larutan 1 M H₂SO₄.

2.3 Pengujian dengan Polarisasi Potensiodinamik

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter elektrokimia (densitas arus, potensial korosi, *slope* Tafel anodik dan katodik) menggunakan peralatan potensistat Metrohm tipe AUT84948. Baja SS 304 yang telah disiapkan, dirangkai menjadi suatu sel elektrokimia dengan platina sebagai elektroda bantu dan SCE sebagai elektroda pembanding. Kemudian ketiga elektroda tersebut direndam dalam media korosi selama 30 menit. Kurva polarisasi diperoleh dari pengukuran pada perubahan potensial elektroda -250 hingga 250 mV dan *scan rate* 5 mV s⁻¹. Pengujian dilakukan pada suhu 30,

Tabel 1.
Parameter elektrokimia untuk baja SS 304 dalam 1 M H₂SO₄ pada konsentrasi kinina dan suhu yang berbeda

Suhu (°C)	[kinina] (mg/L)	E _{corr} (mV)	i _{corr} (µA/cm ²)	β _a (mV/dec)	β _c (mV/dec)	r (mmpy)	EI (%)	θ
30	0	-485,73	877,74	189,77	149,00	9,13	0	0
	100	-482,69	683,19	197,20	125,25	7,11	22,16	0,22
	200	-482,19	619,12	188,81	122,37	6,44	29,46	0,29
	300	-479,95	554,77	193,33	117,15	5,77	36,80	0,37
	400	-474,52	535,55	194,35	114,81	5,57	38,99	0,39
	500	-472,27	470,41	179,79	94,91	4,89	46,41	0,46
40	0	-494,94	1444,80	194,30	150,69	15,03	0	0
	100	-495,84	1178,30	201,15	137,82	12,25	18,45	0,18
	200	-499,03	1112,80	193,04	130,13	11,57	22,98	0,23
	300	-501,98	984,71	212,84	132,19	10,24	31,84	0,32
	400	-499,40	924,07	209,30	126,78	9,61	36,04	0,36
	500	-494,68	905,61	215,95	120,10	9,42	37,32	0,37
50	0	-504,09	1995,77	225,44	185,24	20,76	0	0
	100	-500,85	1664,47	211,53	160,16	17,31	16,60	0,17
	200	-495,97	1585,57	238,89	175,33	16,49	20,55	0,21
	300	-500,21	1495,73	229,30	166,11	15,56	25,05	0,25
	400	-500,36	1471,67	230,80	150,60	15,30	26,26	0,26
	500	-493,19	1384,53	212,62	138,76	14,40	30,63	0,31
60	0	-506,46	3728,23	279,48	227,53	38,77	0	0
	100	-488,26	3241,10	314,70	219,96	33,71	13,07	0,13
	200	-508,38	3049,97	232,79	173,58	31,72	18,19	0,18
	300	-509,07	2971,57	279,54	185,32	30,90	20,30	0,20
	400	-498,48	2887,97	262,33	166,73	30,03	22,54	0,23
	500	-505,23	2711,80	248,40	160,77	28,20	27,26	0,27



Gambar. 1. Kurva polarisasi baja SS 304 dalam media korosi pada suhu 40 °C.

40, 50, dan 60 °C. Efisiensi inhibisi dihitung menggunakan persamaan (1) [12].

$$EI(\%) = \frac{i_{corr} - i_{corr(1)}}{i_{corr}} \times 100\% \tag{1}$$

Potensial terpasang (V)

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Hasil pengujian dengan metode ini berupa kurva polarisasi seperti Gambar 1. Kurva tersebut diolah menggunakan ekstrapolasi Tafel dan menghasilkan beberapa parameter elektrokimia, yaitu potensial korosi (E_{corr}), densitas arus korosi (i_{corr}), slope anodik (β_a), dan slope katodik (β_c) yang dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai

efisiensi inhibisi yang ditunjukkan pada Tabel 1 mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan konsentrasi kinina, karena semakin banyak molekul kinina yang terdapat dalam larutan sehingga dapat melindungi permukaan baja dengan lebih baik. Sebaliknya, kenaikan suhu menyebabkan penurunan efisiensi inhibisi karena menyebabkan peningkatan proses desorpsi molekul kinina dari permukaan baja [13]. Hal ini menyebabkan permukaan baja menjadi kurang terlindungi, sehingga laju korosinya (r) meningkat.

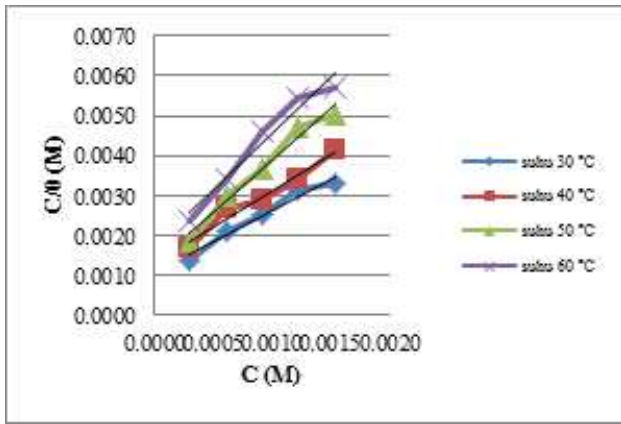
Potensial korosi yang terdapat pada Tabel 1 cenderung konstan mengindikasikan bahwa kinina merupakan inhibitor tipe campuran. Perubahan slope katodik (β_c) yang lebih besar daripada slope anodik (β_a) menunjukkan bahwa kinina lebih mempengaruhi reaksi pada katoda, sehingga sifat katodiknya lebih menonjol daripada anodik [12].

3.2 Adsorpsi Isotermal

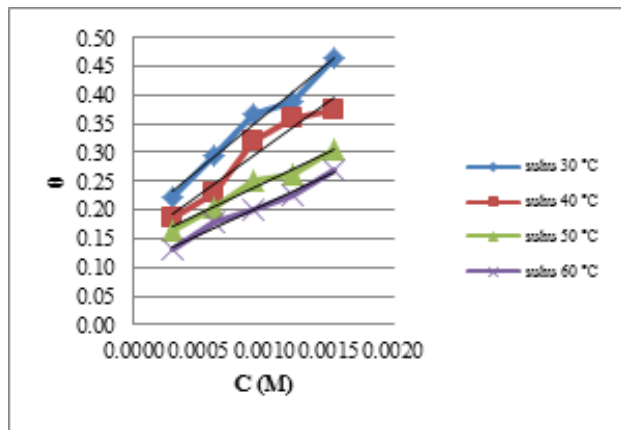
Adsorpsi molekul kinina pada permukaan baja SS 304 ditentukan melalui fitting model adsorpsi Langmuir menggunakan persamaan (2):

$$\frac{C}{\theta} = \frac{1}{Kads} + C \tag{2}$$

dimana θ merupakan fraksi pelingkuhan dan C adalah konsentrasi kinina (M) [6]. Berdasarkan persamaan (2) diperoleh aluran seperti Gambar 2. Koefisien korelasi (R²) dan slope yang diperoleh dari Gambar 2 berada pada rentang nilai 0,96-0,97 dan 1,6-2,8 seperti terdapat pada Tabel 2. Hasil ini menunjukkan bahwa adsorpsi molekul kinina pada permukaan baja SS 304 tidak mengikuti model adsorpsi Langmuir, karena slope yang diperoleh



Gambar 2. Aluran adsorpsi Freundlich untuk molekul kinina pada suhu yang berbeda



Gambar 3. Aluran adsorpsi Freundlich untuk molekul kinina pada suhu yang berbeda

lebih besar dari satu ($slope > 1$) [6]. Oleh karena itu, dilakukan *fitting* model adsorpsi Freundlich. Model adsorpsi Freundlich ditentukan dengan persamaan (3):

$$\theta = K_{ads} \times C \tag{3}$$

Berdasarkan persamaan (3) diperoleh grafik seperti Gambar 3 dengan koefisien korelasi yang berada pada rentang nilai 0,94-0,98 yang tertera pada Tabel 3. Hasil ini menunjukkan bahwa adsorpsi kinina mengikuti model adsorpsi Freundlich karena koefisien korelasi yang diperoleh mendekati satu ($R^2 \sim 1$) [5]. Model adsorpsi Freundlich selanjutnya digunakan untuk menentukan konstanta kesetimbangan adsorpsi (K_{ads}). Hasilnya menunjukkan bahwa konstanta kesetimbangan adsorpsi yang diperoleh menurun seiring dengan kenaikan suhu seperti tertera pada Tabel 3. Hal ini mengindikasikan bahwa interaksi yang terjadi antara molekul kinina dan permukaan baja SS 304 melemah sehingga mudah lepas. Melemahnya interaksi antara molekul kinina dan permukaan baja akibat kenaikan suhu mengindikasikan terjadinya fisorpsi molekul kinina pada permukaan baja [8].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa efisiensi inhibisi kinina semakin besar dengan

Tabel 2.
Hasil *fitting* model adsorpsi Langmuir untuk molekul kinina pada suhu yang berbeda

Suhu (°C)	<i>slope</i>	Koef. Korelasi (R^2)
30	1,60	0,97
40	1,84	0,96
50	2,61	0,97
60	2,84	0,96

Tabel 3.
Hasil *fitting* model adsorpsi Freundlich untuk molekul kinina pada suhu yang berbeda

Suhu (°C)	K_{ads} (L/mol)	Koef. Korelasi (R^2)
30	188,26	0,98
40	164,80	0,94
50	109,55	0,98
60	105,56	0,98

kenaikan konsentrasi dan mencapai nilai maksimum pada konsentrasi 500 mg/L. Kenaikan suhu menyebabkan penurunan efisiensi inhibisi yang menunjukkan bahwa molekul kinina teradsorpsi secara fisik (fisorpsi) pada permukaan baja SS 304 dan mengikuti model adsorpsi Freundlich.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang selalu memberikan ilmu, rahmat dan kasih sayang-Nya,
2. Orang tua dan keluarga tercinta atas segala doa dan dukungannya,
3. Semua dosen Jurusan Kimia dan staff atas segala bimbingan serta bantuannya,
4. Semua sahabat seperjuanganku angkatan 2009 atas segala doa, bantuan, semangat dan kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdallah, M., "Rhodanine azosulpha drugs as corrosion inhibitors for corrosion of 304 stainless steel in hydrochloric acid solution," *Corrosion Science*. Vol 44 (2002) 717-718.
- [2] Doner, A., Solmaz, R., Ozcan, M., and Gu, J., "Experimental and theoretical of thiazoles as corrosion inhibitors for mild steel in sulphuric acid solution," *Corrosion Science*. Vol. 53 (2011) 2902.
- [3] lee, D., Young, K., Cheol, K. W., and Gu, J., "Effect of nitrite concentration on the corrosion behavior of carbon steel in synthetic tap water," *Corrosion Science*. Vol. 64 (2012) 105-106.
- [4] Jeyaprabha, C., Sathiyarayanan, S., Phani, K. L. N., and Venkatachari, G., "Influence of poly(aminoquinone) on corrosion inhibition of iron in acid media," *Applied Surface Science*. Vol. 252 (2005) 966.
- [5] Bouklah, M., Hammouti, B., Lagreene, M., and Bentiss, F., "Thermodynamic properties of 2,5-bis(4-methoxyphenyl)-1,3,4-oxadiazole as a corrosion inhibitor for mild steel in normal sulfuric acid medium," *Corrosion Science*. Vol. 48. (2006) 2831.
- [6] 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*. Vol. 237 (2009) 175-176.
- [7] Raja, P. B., and Sethuraman, M. G., "Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media – A review," *Materials Letters*. Vol. 62 (2008) 114-115.
- [8] Awad, M. I., "Eco friendly corrosion inhibitor: Inhibitive action of quinine for corrosion of low carbon steel in 1 M HCl," *Journal Applied Electrochemistry*. Vol. 36 (2006) 1163-1167.

- [9] Nugraheni, Z. V., "Inhibisi korosi baja SS 304 dengan kinina sulfat dalam media 1 M H₂SO₄," *Skripsi*, Surabaya (2012) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [10] Pitoyo, E., "Kinina sulfat sebagai inhibitor korosi baja nirkarat 304 dalam media 1 M H₂SO₄ dalam media 1 M H₂SO₄," *Skripsi*, Surabaya (2012) Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [11] 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)-styrilpyridinium iodides/hydrochloric acid systems," *Material Chemistry Physics*. Vol. 110 (2008) 110-151.
- [12] Singh, A. K., Shukla, S. K., Quraishi, M. A., Ebenso, and Eno, E., "Investigation of adsorption characteristics of N,N'-[(methylimino)dimethylidene]di-2,4-xylidine as corrosion inhibitor at mild steel/sulphuric acid interface," *Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers*. Vol. 43 (2012) 464.
- [13] Kamal, C., and Sethuraman, M. G., "*Spirulina platensis* – A novel green inhibitor for acid corrosion of mild steel," *Arabian Journal of Chemistry*. Vol. 5 (2012) 155-161.