

**PENGGUNAAN TIOUREA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA  
KARBON “NIKKO STEEL” DALAM LARUTAN  
ASAM KLORIDA PADA SUHU 30°C**

**APPLICATION OF THIOUREA AS CORROSION INHIBITOR FOR  
CARBON STEEL “NIKKO STEEL” IN HYDROCHLORIC ACID  
SOLUTION AT 30°C**

**Fitri Khoiriatun dan P. Yatiman**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*

*Jl. Colombo 1 Kampus Karangmalang Yogyakarta 55281*

*e-mail: [p\\_yatiman@yahoo.co.id](mailto:p_yatiman@yahoo.co.id)*

**Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan laju korosi dan efisiensi inhibisi (IE) tiourea pada korosi baja karbon “Nikko Steel” dan untuk mengetahui konsentrasi tiourea yang memadai ( $IE \geq 90,00\%$ ) pada pengendalian korosi baja karbon “Nikko Steel” dalam larutan HCl 1 M pada suhu 30°C.

Metode yang digunakan adalah metode kehilangan berat. Sampel baja diampelas dengan kertas silikon karbida, dicuci dengan etanol dan dikeringkan. Sampel tersebut dipaparkan dalam larutan HCl 1 M tanpa dan dengan penambahan tiourea. Konsentrasi tiourea yang digunakan adalah 25, 100, 300, 500, 700, 1000 dan 1100 ppm. Lama pemaparan sampel dalam larutan HCl 1 M adalah 1, 3, 6, 18, 24 dan 30 jam. Baja karbon sebelum dan sesudah dipaparkan dalam larutan HCl 1 M tanpa dan dengan tiourea dikarakterisasi dengan menggunakan Spektrofotometer Inframerah, Difraksi Sinar-X, dan Mikroskop.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi baja karbon “Nikko Steel” dalam larutan HCl 1 M menurun dan efisiensi inhibisi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tiourea dan waktu pemaparan. Konsentrasi tiourea yang memadai sebagai inhibitor korosi baja karbon “Nikko Steel” dalam larutan HCl 1 M pada suhu 30°C adalah 1100 ppm pada waktu pemaparan 6 jam dengan  $IE = 91,59\%$  dan 500 ppm pada waktu pemaparan 30 jam dengan  $IE = 91,15\%$ .

**Kata kunci:** *tiourea, silikon karbida, larutan HCl, metode kehilangan berat*

**Abstract**

This research aimed to determine corrosion rates, inhibition efficiency (IE) and the adequate concentration of thiourea ( $IE \geq 90.00\%$ ) in controlling corrosion of carbon steel “Nikko Steel” in solution of HCl 1 M at 30°C.

The method used in this research was weight-loss method. Samples of carbon steel were polished by using silicon carbide, degreased with ethanol, and dried in air. The concentrations of thiourea used were 25, 100, 300, 500, 700, 1000,

and 1100 ppm and the immersion times were 1, 3, 6, 18, 24, and 30 hours. The samples were characterized by using X-ray diffraction (XRD), Transform Infra Red Spectrophotometer (FTIR), and microscope before and after immersion into test solutions.

The results showed that corrosion rate of carbon steel "Nikko Steel" in solution of HCl 1M at 30°C decreased with increasing concentration of thiourea while the inhibition efficiency increased with increasing immersion time. The adequate concentration of thiourea as corrosion inhibitor for carbon steel "Nikko Steel" in solution of HCl 1 was 1100 ppm at immersion time of 6 hours IE = 91,59% and 500 ppm of thiourea at immersion time of 30 hours IE = 91,15%.

**Keywords:** *thiourea, silicon carbide, hydrochloric acid, weight loss method*

## PENDAHULUAN

Korosi merupakan kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia antara logam atau paduan logam dengan lingkungannya [1]. Untuk menghindari atau memperkecil kerugian yang disebabkan oleh korosi diperlukan adanya suatu pencegahan korosi salah satunya dengan penambahan inhibitor.

Penggunaan inhibitor organik merupakan salah satu metode untuk pengendalian korosi logam dan paduannya. Inhibitor organik dapat membentuk ikatan kovalen koordinat dengan logam karena beberapa senyawa organik mempunyai elektron phi dan pasangan elektron menyendiri yang dapat berikatan dengan logam. Inhibitor ini dirancang sebagai pembentuk lapisan adsorpsi yang

melindungi logam dengan membentuk lapisan hidrofobik pada permukaan logam [2].

Salah satu contoh dari inhibitor organik ini adalah senyawa tiourea. Senyawa tersebut merupakan senyawa organik yang mengandung satu atom belerang (S) dan dua atom nitrogen (N) dan memiliki pasangan elektron menyendiri yang menjadikannya lebih mudah diserap ke permukaan logam dengan membentuk lapisan pelindung sehingga mampu melindungi logam/baja karbon dari serangan korosi [3].

Laju korosi baja karbon dipengaruhi oleh konsentrasi ion agresif, waktu pemaparan dan konsentrasi inhibitor [4]. Semakin

tinggi konsentrasi ion agresif maka laju korosi akan semakin tinggi. Efisiensi inhibisi yang semakin tinggi menunjukkan bahwa laju korosi baja karbon tersebut semakin rendah [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki penggunaan tiourea sebagai inhibitor korosi baja karbon "Nikko Steel" dalam larutan HCl 1 M pada suhu 30°C pada berbagai konsentrasi tiourea dan waktu pemaparan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah tabung uji, pipet volume, neraca analitik, jangka sorong, pipa (selang) PVC dan *waterbath*. Bahan yang digunakan adalah baja karbon "Nikko Steel", tiourea (Merck), natrium bikarbonat (Merck), etanol (Merck), asam klorida (Merck), dan kertas silikon karbida 280 dan 1200 grit.

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kehilangan berat (*weight loss*), dan membandingkan laju korosi baja karbon tanpa dan dengan penambahan

inhibitor tiourea dalam larutan asam klorida 1 M pada suhu 30°C.

### **Prosedur Penelitian**

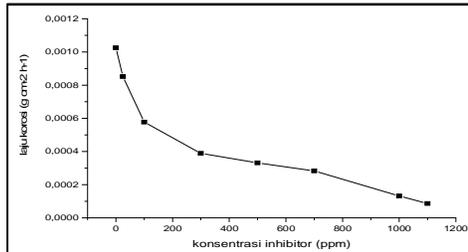
Sampel baja ukuran 1,9 x 1,0 x 0,2 cm diampelas menggunakan kertas silikon karbida kemudian dicuci dengan etanol 10% dan dikeringkan. Sampel ditimbang untuk memperoleh berat sebelum pemaparan.

Laju korosi dan efisiensi inhibisi, ditentukan dengan memaparkan sampel ke dalam larutan HCl 1 M tanpa dan dengan penambahan tiourea pada suhu 30°C selama 6 jam. Variasi konsentrasi tiourea yang digunakan adalah 25, 100, 300, 500, 700, 1000, dan 1100 ppm dan variasi waktu pemaparan untuk konsentrasi 500 ppm adalah 1, 3, 6, 18, 24, dan 30 jam. Setelah dilakukan pemaparan, sampel dicuci dengan natrium bikarbonat dan etanol 10%, sampel ditimbang kembali untuk memperoleh berat setelah pemaparan. Sampel dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, dan mikroskop perbesaran 400 kali sebelum dan sesudah pemaparan.

## **HASIL DAN DISKUSI**

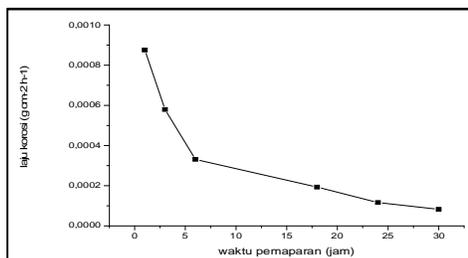
### **Laju korosi**

Hubungan antara konsentrasi tiourea dengan laju korosi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Laju Korosi terhadap Konsentrasi Tiourea

Semakin besar konsentrasi tiourea maka laju korosinya semakin turun. Hal ini disebabkan tiourea teradsorpsi pada permukaan baja karbon membentuk lapisan pelindung yang dapat menghalangi serangan korosi oleh asam klorida. Penambahan konsentrasi inhibitor dapat meningkatkan penutupan permukaan baja karbon oleh molekul inhibitor [6].

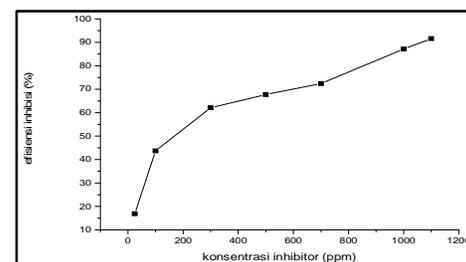


Gambar 2. Grafik Laju Korosi Baja Karbon pada Berbagai Waktu Pemaparan dengan Tiourea 500 ppm.

Gambar 2 menunjukkan bahwa laju korosi turun seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan oleh pembentukan lapisan pelindung pada permukaan logam yang bergantung pada waktu [7]. Semakin lama waktu pemaparan makin luas area permukaan baja karbon yang terlindungi oleh lapisan pelindung.

### Efisiensi Inhibisi

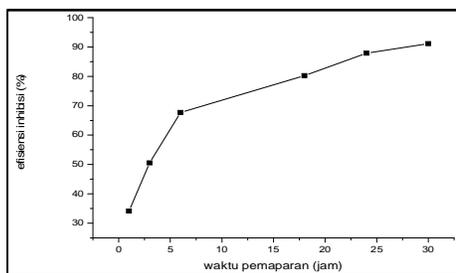
Senyawa tiourea merupakan senyawa organik nontoksik yang dapat digunakan untuk melindungi baja dari korosi dalam media asam.



Gambar 3. Hubungan Efisiensi Inhibisi dengan Penambahan Konsentrasi Tiourea pada Korosi Baja Karbon

Gambar 3 menunjukkan grafik efisiensi inhibisi meningkat sebanding dengan bertambahnya konsentrasi tiourea. Pada konsentrasi 1100 ppm efisiensi inhibisi tiourea mencapai 91,59%. Kenaikan efisiensi

inhibisi dari inhibitor dapat dijelaskan berdasarkan teori adsorpsi yang menyatakan bahwa inhibitor membentuk lapisan tunggal yang mengakibatkan penurunan area permukaan yang tersedia untuk reaksi anodik dan katodik [8]. Efisiensi inhibisi pada penambahan tiourea dengan konsentrasi 25, 100, 300, 500, 700, 1000 dan 1100 ppm berturut-turut adalah 16,89; 43,70; 62,07; 67,70; 72,38; 87,14 dan 91,59%.



Gambar 4. Grafik Efisiensi Inhibisi Tiourea 500 ppm dalam Berbagai Waktu Pemaparan

Berdasarkan Gambar 4 semakin lama waktu pemaparan baja dalam larutan HCl 1 M maka efisiensi inhibisinya akan semakin tinggi. Efisiensi inhibisi tiourea pada konsentrasi 500 ppm pada waktu pemaparan 1, 3, 6, 18, 24 dan 30 jam berturut-turut adalah 34,13; 50,52; 67,70; 80,23; 87,88 dan 91,15 %. Semakin lama waktu pemaparan,

lapisan pelindung pada permukaan baja karbon semakin besar. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan adsorpsi senyawa organik pada permukaan logam [9].

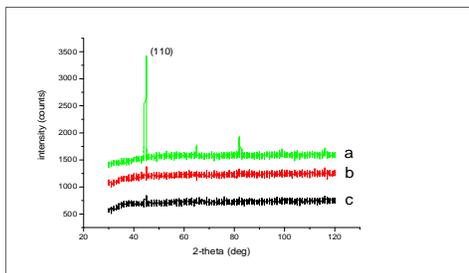
Adsorpsi bergantung pada adanya elektron-elektron  $\pi$  dan heteroatom, yang menyebabkan adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan logam lebih besar [10]. Adanya elektron  $\pi$  pada atom S dari gugus C=S pada tiourea dapat membentuk ikatan kovalen koordinat dengan Fe pada permukaan baja karbon yang membentuk lapisan pelindung sehingga permukaan baja karbon terlindungi dari serangan korosi.

### Karakterisasi Baja Karbon dengan XRD

Karakterisasi baja karbon dengan difraksi sinar-X bertujuan untuk mengetahui ketahanan baja karbon terhadap korosi.

Difraktogram sampel baja karbon blanko sama dengan karakteristik besi murni terutama ditunjukkan oleh tiga puncak dengan intensitas terkuat yaitu pada bidang kisi (110), (200), dan (211) pada

posisi 2 theta berturut-turut  $44,58^{\circ}$  ;  $64,88^{\circ}$  ; dan  $82,181^{\circ}$  dan intensitas berturut-turut 100%, 2,93% dan 19,14% seperti terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. :a)baja karbon sebelum pemaparan b)baja karbon setelah pemaparan tanpa tiourea c)baja karbon setelah pemaparan dengan tiourea 500 ppm.

Sampel baja karbon setelah dipaparkan dalam larutan HCl 1 M tanpa penambahan tiourea muncul satu puncak pada bidang kisi (110) yaitu pada 2 theta  $44,65^{\circ}$  dengan intensitas 19,29%.

Pada difraktogram baja karbon sesudah uji korosi dengan penambahan tiourea 500 ppm muncul dua puncak pada bidang kisi (110) dan (211) pada posisi 2 theta berturut-turut  $44,82^{\circ}$  dan  $82,13^{\circ}$  yang mempunyai intensitas berturut-turut 100% dan 0,066%. Pada bidang kisi (211) mengalami penurunan

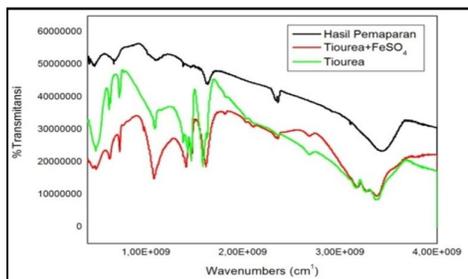
intensitas dan pada bidang kisi (200) tidak muncul. Hal ini disebabkan pemakaian baja yang terus menerus. Namun demikian, berdasarkan difraktogram baja karbon yang dipaparkan dalam larutan HCl 1 M sebelum dan setelah ditambah tiourea menunjukkan bahwa baja karbon dengan tiourea lebih terlindungi dari serangan korosi. Hal ini dilihat dari banyaknya puncak serta intensitas yang muncul dari kedua difraktogram. Naiknya intensitas dan munculnya puncak bidang kisi (211) pada baja karbon dengan tiourea menunjukkan bahwa laju korosi baja karbon mengalami penurunan sehingga efisiensi inhibisinya naik.

### Karakterisasi Baja Karbon dengan FTIR

Karakterisasi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terbentuknya senyawa kompleks Fe dengan tiourea. Hasil karakterisasi FTIR dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6a menunjukkan spektra FTIR serbuk tiourea yang mempunyai gugus fungsi pada regang N-H, deformasi  $\text{NH}_2$ , N-C-N, dan C=S yang masing-masing pada

bilangan gelombang 3364,60; 1632,75; 1468,22 dan 1431,78  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 6. Spektra Inframerah: a) Tiourea b) Tiourea +  $\text{FeSO}_4$  c) Lapisan yang terbentuk pada Permukaan Baja Karbon

Gambar 6b merupakan spektra hasil analisis serbuk tiourea dan  $\text{FeSO}_4$  yang menunjukkan pola serapan hampir sama dengan pola serapan pada senyawa tiourea. Spektra tersebut menunjukkan puncak-puncak yang karakteristik mengalami pergeseran intensitas dibanding dengan spektra senyawa tiourea yaitu pada regang N-H, N-C-N, deformasi  $\text{NH}_2$  dan C=S yang masing-masing pada bilangan gelombang 3383,47; 1468,68; 1619,51 dan 1413,34  $\text{cm}^{-1}$ .

Gambar 6c menunjukkan spektra FTIR lapisan pelindung yang terbentuk pada permukaan baja karbon dengan tiourea 500 ppm.

Spektra tersebut memperlihatkan serapan masing-masing puncak mengalami pergeseran intensitas dibanding dengan serapan tiourea yaitu pada regang N-H dan deformasi  $\text{NH}_2$  yang masing-masing pada bilangan gelombang 3431,71  $\text{cm}^{-1}$  dan 1635,84  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra untuk gugus fungsi C=S dan N-C-N tidak tampak. Hal ini berarti tiourea teradsorpsi pada permukaan baja karbon membentuk lapisan pelindung yang melindungi baja karbon dari serangan korosi. Sehingga laju korosi akan turun karena pada permukaan baja karbon tertutupi oleh lapisan pelindung tiourea yang menghambat penyerangan ion  $\text{Cl}^-$  pada baja karbon.

Tabel 4. Data Hasil FTIR

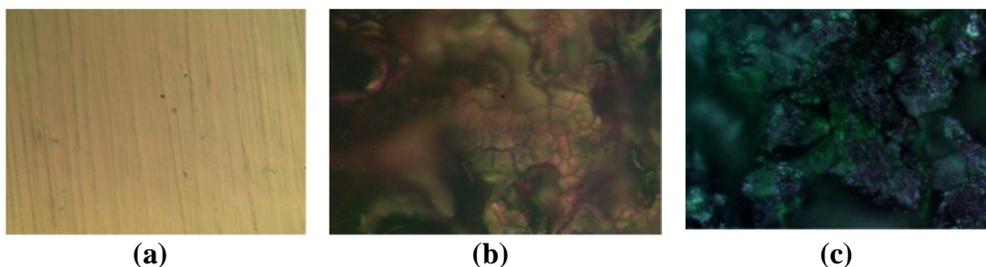
Gugus Fungsi	Tiourea ( $\text{cm}^{-1}$ )	Tiourea+ $\text{FeSO}_4$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	Serbuk hasil pemaparan ( $\text{cm}^{-1}$ )
regang N-H	3364,60	3383,47	3431,71
Defor-masi $\text{NH}_2$	1632,75	1619,51	1635,84
N-C-N	1468,22	1468,68	Tidak tampak
C=S	1431,78	1413,34	Tidak tampak

### Karakterisasi Baja Karbon dengan Foto Mikroskopi

Pengaruh penambahan tiourea pada permukaan baja karbon dapat dilihat dengan mikroskop perbesaran 400 kali seperti pada Gambar 7.

Gambar 7a menunjukkan belum/tidak ada produk korosi yang terbentuk. Hanya terlihat goresan-goresan yang merupakan bekas pengampelasan menggunakan kertas

silikon karbida. Gambar 7b memperlihatkan permukaan baja karbon sebagian besar tertutupi oleh produk korosi yang menunjukkan terjadinya korosi yang relatif merata pada seluruh permukaan baja karbon. Gambar 7c tampak lapisan pelindung dari tiourea yang terbentuk pada permukaan baja karbon yang dapat melindungi baja karbon dari serangan korosi.



Gambar 7. Foto Mikroskopi Permukaan Sampel Baja (a) Sebelum Pemaparan (b) Dipaparkan dalam Larutan Uji Tanpa Penambahan Tiourea (c) Dipaparkan dalam Larutan Uji dengan Penambahan Tiourea 500 ppm.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa laju korosi baja karbon “Nikko Steel” dalam larutan HCl 1 M pada suhu 30°C dan waktu pemaparan 6 jam adalah  $1,025 \times 10^{-3} \text{ gcm}^{-2}\text{h}^{-1}$ . Konsentrasi tiourea yang memadai  $IE \geq 90\%$  adalah penambahan tiourea 1100 ppm dan waktu pemaparan 6 jam dengan  $IE = 91,59 \%$

serta pada penambahan tiourea 500 ppm dan waktu pemaparan 30 jam dengan  $IE = 91,15\%$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jones, Denny A. (1992). Principles and Prevention of Corrosion. 2<sup>nd</sup>. Ed. New York: Macmillan Publishing Company.

- [2] Roberge, Pierre R. 2000. Handbook Of Corrosion Engineering. New York: Mc Graw-Hill.
- [3] Kamal, Noor Khadidjah Mustafa, Adibatul Khusna Fadzil, Karimah Kassim, Shadatul Hanom Rashid, Mohd Sufri Mastuli. 2014. Sntesis, Characterization and Corrosion Inhibition Studies of o,m,p-Decanoyl Thiourea Derivatives on Mild Steel in 0.1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Solutions. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 18. 21-27.
- [4] Fayomi, O. S. I., M. Abdulwahab and A. P. I. Popoola. 2003. Electro-oxidation Behaviour and Passivation Potential of Natural Oil as Corrosion Inhibitor in Hydrochloric Acid Environment. *Int. J. Electrochem. Sci.* 8. 12088-12096.
- [5] Yatiman P, N. M. Surdia, S. Purwadaria, dan B. Ariwahjoedi. 2006. Inhibisi Korosi Baja Karbon dalam Larutan Natrium Klorida oleh Beberapa Senyawa Organik. *Jurnal Teknologi Industri*. X. 231-240.
- [6] Bentiss, F., *et. al.*, 2002, Elektrochemical and Quantum Chemical Studies of 3,5-Din(n-Tolyl)-4-Amino-1,2,4-Triazole Adsorption on Mild Steel in Acidic Media, *Corrosion*, 68, 399 – 407.
- [7] A. M. Al-Mayouf, A. K. Al-Ameery, and A. A. Al-Suhybani. (2001). Inhibition of Type 304 Stainless Steel Corrosion in 2 M Sulfuric Acid by Some Benzoazoles Time and Temperature Effects. *Corrosion*.(57). 614 – 620.
- [8] I. Singh. (1993). Inhibition of Steel Corrosion by Thiourea Derivatives. *Corrosion*. (49). 473 – 478.
- [9] Cang, Hui., Zenghao Fei, Jingling Shao, Wenyan Shi, Qi Xu. (2013). Corrosion Inhibition of Mild Steel by Aloes Extract in HCl Solution Medium. *Int. J. Electrochem Sci*. 8(1). 720-734.
- [10] M. A. Quraishi and R. Sardar. (2002). Aromatic Triazoles as Corrosion Inhibitors for Mild Steel in Acidic Environments. *Corrosion*. (58). 748 – 7

