

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Karbon dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat

Agus Solehudin¹⁾, Sunarto Halim Untung²⁾
^{1),2)} Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, FPTK - UPI

Abstrak

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Karbon dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat. 2-amino-1, 3, 4-thiadiazole (AT), 2-amino-5methyl-1, 3, 4-thiadiazoles (ATM), 2-amino-5-ethyl-1,2,3,-thiadiazole (AET) and 2-amino-5-propyl-1,2,3,4-thiadiazoles (APT) adalah senyawa kimia sintetis yang diteliti sebagai inhibitor korosi baja karbon dalam media 20% asam formik dan 20% asam asetat dengan metode penimbangan berat (*weight loss*). *Scanning electron microscopic study (SEM)* digunakan untuk mempelajari morfologi permukaan dari sampel baja karbon yang ditreatment dengan inhibitor dan tanpa inhibitor. Efisiensi inhibisi dari semua senyawa inhibitor diperoleh untuk variasi konsentrasi inhibitor, waktu perendaman, temperatur dan konsentrasi asam. Adsorpsi senyawa inhibitor pada permukaan baja karbon diperoleh dengan Langmuir's adsorption isotherm. Parameter termodinamik (E_a , ΔG_{ads} , ΔQ , ΔH , ΔS , $t_{1/2}$) dan dihitung untuk mempelajari mekanisme inhibisi korosi.

Kata kunci : Baja karbon, adsorpsi, inhibitor korosi

Abstract

Adsorption of Thiadiazole Compounds as Corrosion Inhibition on Carbon Steel in Acid Formic and Acetic Acid Media. 2-amino-1, 3, 4-thiadiazole (AT), 2-amino-5methyl-1, 3, 4-thiadiazoles (ATM), 2-amino-5-ethyl-1,2,3,-thiadiazole (AET) and 2-amino-5-propyl-1,2,3,4-thiadiazoles (APT) were synthesized. These compounds were evaluated as inhibitors for carbon steel in 20% formic acid and 20% acetic acid by weight loss. Scanning electron microscopic study (SEM) was also used to investigate the surface morphology of inhibited and uninhibited metal samples. The inhibition efficiency of these compounds was found to vary with the inhibitor concentration, immersion time, temperature and acid concentration. The adsorption of these compounds on the steel surface from both acids were found to obey Langmuir's adsorption isotherm. These compound are mixed type inhibitors in both acid solutions. Various thermodynamic parameters (E_a , ΔG_{ads} , ΔQ , ΔH , ΔS , $t_{1/2}$) have also been calculated to investigate the mechanism of corrosion inhibition.

Keyword : carbon steel, adsorption, corrosion inhibitor

PENDAHULUAN

Adsorpsi molekul pada suatu permukaan adalah prasyarat penting untuk berbagai proses kimia permukaan. Seperti pada adsorpsi senyawa thiadiazole sebagai inhibisi korosi pada permukaan baja dalam media asam formik dan asam asetat merupakan proses kimia

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

permukaan. Suatu substansi dikatakan teradsorpsi apabila konsentrasi spesi di batas permukaan lebih tinggi dibanding dengan di bagian dalamnya.

Adanya lapisan adsorpsi pada permukaan baja akan menghambat proses korosi pada permukaan baja. Proses korosi pada permukaan baja dalam larutan elektrolit seperti larutan asam klorida atau larutan garam klorida. Pada daerah yang bersifat anodik ion Fe^{2+} larut ke dalam ruah larutan dan pada daerah yang bersifat katodik akan terjadi evolusi gas hidrogen. Akan tetapi apabila inhibitor ditambahkan akan terjadi lapisan adsorpsi yang akan menghambat terjadinya proses korosi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi inhibitor pada permukaan baja diantaranya temperatur lingkungan, konsentrasi inhibitor, dan waktu. Adsorpsi senyawa-senyawa inhibitor pada permukaan baja dapat dijelaskan dengan isotherm adsorpsi Langmuir. Parameter termodinamika yang dilihat untuk proses adsorpsi inhibisi korosi adalah energi aktivasi (E_a), perubahan energi gibbs adsorpsi (ΔG_{ads}), perubahan kalor adsorpsi (ΔQ), perubahan entropi (ΔS), dan perubahan entalpi (ΔH).

Inhibitor adalah suatu zat kimia yang apabila ditambahkan dengan konsentrasi sedikit (*small concentration*) ke dalam lingkungan akan menurunkan laju korosi. Adapun mekanisme kerja inhibitor dapat dibedakan sebagai berikut (sumber : Clubley, B.G, 1988) :

- a) Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam, dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya;
- b) Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata;
- c) Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.

Senyawa thiadiazole adalah inhibitor organik yang mengandung atom N, S dan memiliki ikatan rangkap pada molekulnya yang merupakan struktur penting untuk menentukan adsorpsi molekul inhibitor tersebut pada permukaan logam. Terdapat empat senyawa thiadiazole yang akan diuraikan pada tulisan ini, yaitu : 2-amino-1,3,4 thiadiazole (AT), 2-amino-5-metil, 1,3,4 thiadiazole (AMT), 2-amino-5-etil, 1,3,4 thiadiazole (AET), dan 2-amino-5-propil, 1,3,4 thiadiazole (APT).

PERCOBAAN

Percobaan dilakukan pada baja karbon dengan komposisi (Wt %) : 0,14%C, 0,35%Mn, 0,17%Si, 0,025%S, 0,03%P dan sisa Fe, dengan ukuran 2,0 cm x 2,0 cm x 0,025 cm. Percobaan dilakukan dengan metode pengukuran kehilangan berat (*weight loss measurement*) pada kondisi 30 sampai 60 °C pada rentang waktu 24 sampai 120 jam. Media korosi yang digunakan adalah 20% asam formik dan 20% asam asetat untuk semua percobaan. Pemeriksaan permukaan sampel baja karbon dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada 3 jenis sampel yaitu sampel awal, sampel yang

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

dikorosikan pada 20% asam formik, dan sampel yang dikorosikan pada 20% asam formik yang ditambah 500 ppm inhibitor APT.

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

1. Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi

Persamaan perhitungan laju korosi (CR) yang digunakan dalam pengolahan data adalah :

$$CR = \frac{534 W}{D.A.t} \quad (\text{mpy}) \quad (\text{M.G. Fontana, 1986, Corrosion Engineering}) \quad (1)$$

Dimana : CR = laju korosi (mpy)
W = kehilangan berat /weight loss (mg)
D = massa jenis sampel (g/cm^3)
A = luas permukaan sampel yang terekspos (in^2)
T = waktu ekspos /pengkorosian (jam)

Sedangkan persamaan perhitungan efisiensi inhibisi (%IE) menggunakan persamaan :

$$\% IE = \frac{(CR_o - CR_i)}{CR_o} \times 100 \quad (\text{M.Z.A. Rafiquee, et .al, 2007}) \quad (2)$$

Dimana : CR_o = laju korosi tanpa inhibitor (pada media asam formic dan asam asetat)
CR_i = laju korosi setelah ditambah inhibitor

Data hasil pengolahan data pada temperatur 30°C selama 24 jam yang ditunjukkan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa laju korosi menurun dan efisiensi inhibisi meningkat dengan meningkatnya penambahan konsentrasi inhibitor pada berbagai kondisi lingkungan.

Dilakukan pula pengujian pada berbagai variasi waktu pengkorosian dengan interval waktu 24 sampai 120 jam, pada berbagai temperatur 30 sampai 60 °C dan konsentrasi asam seperti pada gambar 1 dan 2. Pada gambar 1b dan 2b terlihat efisiensi inhibisi menurun dengan meningkatnya waktu pengkorosian dari 24 jam sampai 120 jam, hal ini dikarenakan inhibitor thiadiazole yang telah teradsorpsi mengalami pelarutan kembali (desorpsi) semakin lama waktu pengkorosian.

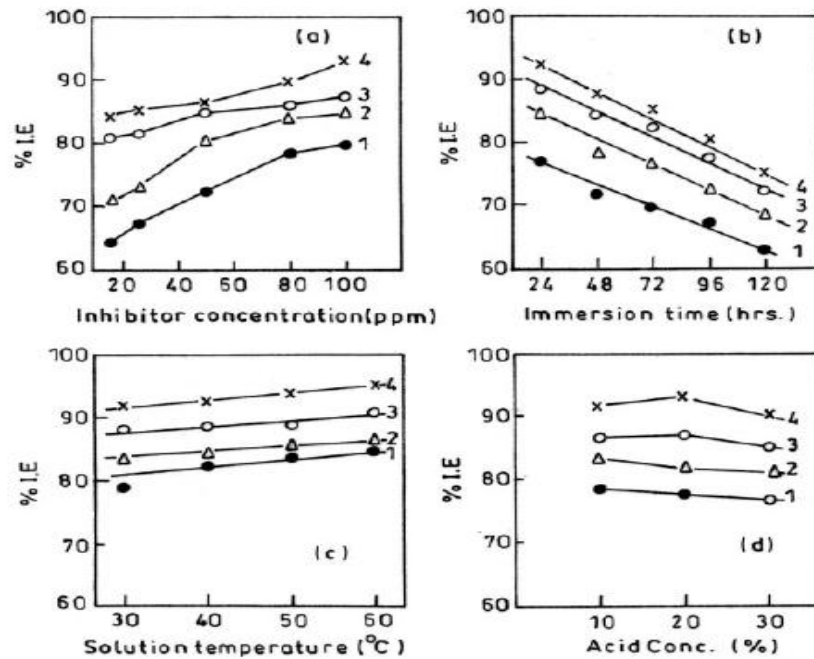
Pada gambar 1c dan 2c terlihat terlihat efisiensi inhibisi meningkat pada AT, AMT, AET, dan APT dengan meningkatnya tempertur larutan dari 30 sampai 60°C, hal ini mengindikasikan bahwa lapisan tipis inhibitor terbentuk pada permukaan logam dan semakin protektif sampai pada tempertur 60°C. Sedangkan gambar 1d dan 2d tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada berbagai konsetrasi asam baik asam formic mupun asam asetat.

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

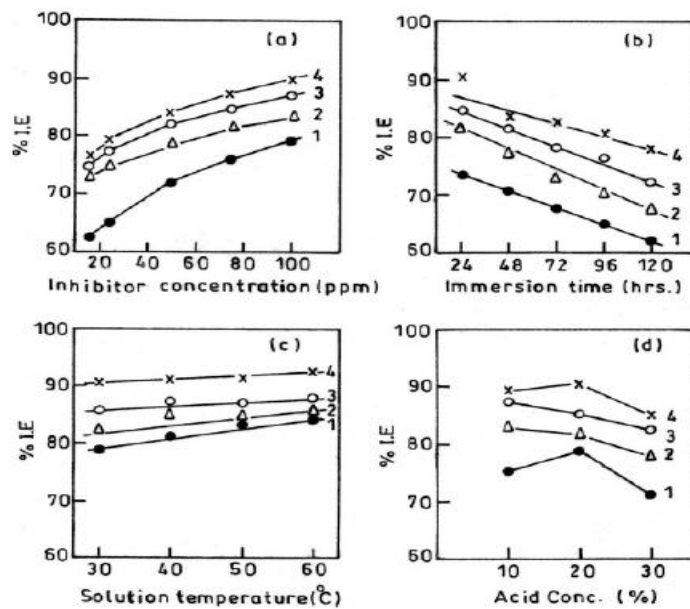
Tabel 1. Parameter-parameter korosi baja karbon dalam larutan 20% asam formic dan 20% asam asetat tanpa inhibitor dan ditambah inhibitor pada berbagai konsentrasi dengan pengukuran metode kehilangan berat pada temperatur 30°C selama 24 jam.

Inhibitor conc. (ppm)	20% formic acid			20% acetic acid		
	Weight loss (mg)	IE (%)	CR (mmpy)	Weight loss (mg)	IE (%)	CR (mmpy)
Blank	308.21	-	34.10	150.36	-	7.44
AT						
10	108.04	64.95	5.02	58.43	61.13	2.71
25	100.34	67.44	4.66	50.16	66.64	2.33
50	87.45	71.62	4.06	42.20	71.93	1.96
75	69.20	77.54	3.21	38.50	74.39	1.79
100	63.40	79.42	2.94	31.40	79.12	0.46
AMT						
10	89.68	70.92	4.16	41.03	72.71	1.91
25	75.03	75.65	3.48	36.95	75.43	1.72
50	60.85	80.26	2.82	32.87	78.14	1.53
75	49.63	83.89	2.30	29.04	80.68	1.35
100	46.09	85.05	2.14	26.13	82.62	1.21
AET						
10	59.08	80.83	2.74	38.65	74.29	1.79
25	57.17	81.45	2.65	34.07	77.34	1.58
50	47.93	84.44	2.23	27.53	81.69	1.28
75	41.39	85.59	1.92	22.84	84.80	1.06
100	39.52	87.18	1.84	19.60	86.96	0.91
APT						
10	48.86	84.15	2.27	35.85	76.15	1.66
25	42.93	86.07	2.09	30.12	79.96	1.40
50	39.65	87.14	1.84	24.71	83.56	1.15
75	30.26	90.18	1.41	19.52	87.02	0.91
100	24.15	92.16	1.12	14.94	90.06	0.69

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)



Gambar 1. Variasi efisiensi inhibisi dengan (a) konsentrasi inhibitor, (b) waktu pengkorosian, (c) temperatur larutan, (d) konsentrasi 20% asam formic (1:AT; 2:AMT; 3:AET; 4:APT).



Gambar 2. Variasi efisiensi inhibisi dengan (a) konsentrasi inhibitor, (b) waktu pengkorosian, (c) temperatur larutan, (d) konsentrasi 20% asam asetat (1:AT; 2:AMT; 3:AET; 4:APT).

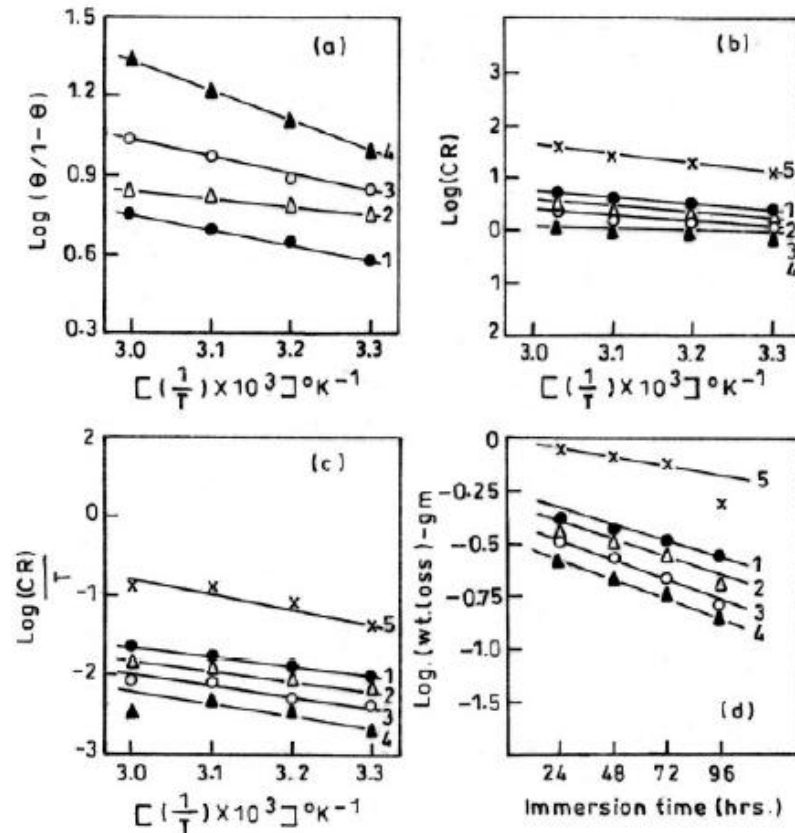
Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

2. Penentuan energi aktivasi, energi gibbs, entalpi, dan entropi

Persamaan untuk penentuan energi aktivasi, energi gibbs, entalpi, dan entropi dari derajat penutupan permukaan (*degree of surface coverage*) (θ) adalah menggunakan persamaan Langmuir Isoterm sebagai berikut :

$$\frac{\theta}{(1-\theta)} = kC \exp\left(\frac{-Q_{ads}}{RT}\right) \quad (\text{M.Z.A. Rafiquee, et .al, 2007}) \quad (3)$$

Dimana Q_{ads} = kalor adsorpsi, C = konsentrasi inhibitor. Perhitungan θ menggunakan data dari efisiensi inhibisi.



Gambar 3. (a) Kurva adsorpsi isoterm untuk $\log(\theta/1-\theta)$ v.s $1/T$; (b) Kurva adsorpsi isoterm untuk $\log(\text{CR})$ v.s $1/T$; (c) Kurva adsorpsi isoterm untuk $\log(\text{CR}/T)$ v.s $1/T$; (d) Kurva paruh waktu untuk $\log(\text{wt.loss})$ v.s waktu celup dalam 20% asam formik. (1:AT; 2:AMT; 3:AET; 4:APT).

Penentuan harga panas adsorpsi (*heat of adsorption*, Q) diperoleh dengan cara melogaritmakan persamaan (3), kemudian membuat kurva dengan cara plot antara $\log(\theta/1-\theta)$ v.s $1/T$. Harga Q didapat dari slope $(-Q/2,303 RT)$ seperti pada gambar 3a dan 4a.. Harga Q dapat dilihat pada tabel 4, dengan nilai dibawah -40 kJ mol^{-1} . Hal ini mengindikasikan bahwa semua inhibitor teradsorpsi secara fisika.

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

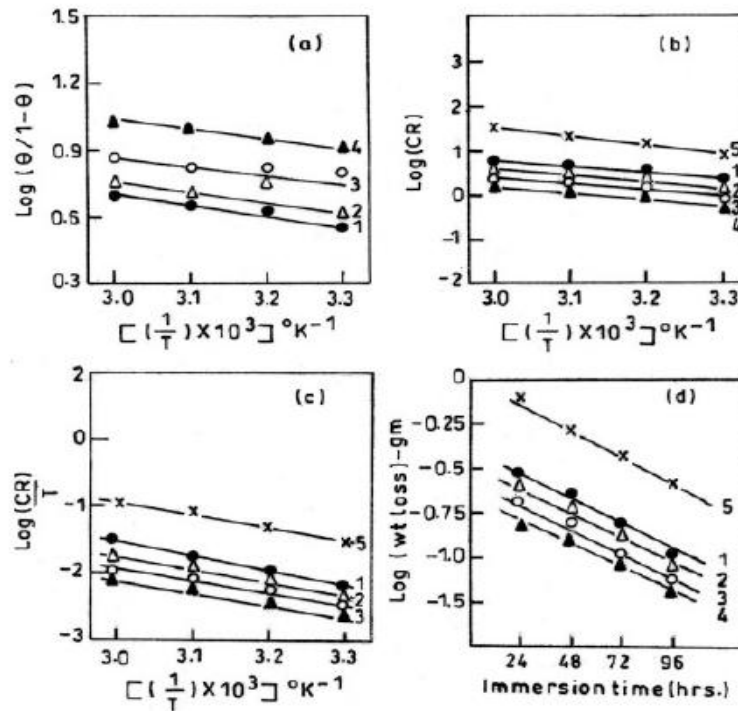
Perhitungan parameter energi aktivasi (E_a) adsorpsi inhibitor dapat digunakan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$\log CR = \log(A) - \frac{E_a}{2.303RT} \quad (\text{S.A Umoren, et. al, 2008}) \quad (4)$$

Sedangkan parameter entalpi (ΔH°) dan entropi (ΔS°) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$CR = \frac{RT}{Nh} \exp\left(\frac{\Delta S^\circ}{R}\right) \exp\left(\frac{\Delta H^\circ}{RT}\right) \quad (\text{S.A Umoren, et .al, 2008}) \quad (5)$$

Dimana R = konstanta gas, N= bilangan Avogadro, h = konstanta Planck, dan T = temperatur absolut. Persamaan 4 dan 5 digunakan untuk menentukan dan menghitung parameter-parameter termodinamik seperti hasilnya pada tabel 4.



Gambar 4. (a) Kurva adsorpsi isotherm untuk $\log(\theta/1-\theta)$ v.s $1/T$; (b) Kurva adsorpsi isotherm untuk $\log(CR)$ v.s $1/T$; (c) Kurva adsorpsi isotherm untuk $\log(CR/T)$ v.s $1/T$; (d) Kurva paruh waktu untuk $\log(\text{wt.loss})$ v.s waktu celup dalam 20% asam asetat. (1:AT; 2:AMT; 3:AET; 4:APT).

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

Tabel 2. Parameter-parameter termodinamika baja karbon dalam larutan 20% asam formic dan 20% asam asetat tanpa inhibitor dan ditambah inhibitor 100 ppm pada berbagai konsentrasi dengan pengukuran metode kehilangan berat pada temperatur 30°C selama 24 jam.

Inhibitor conc. (ppm)	E_a (KJ mol ⁻¹)	ΔH (KJ mol ⁻¹)	$-\Delta S$ (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	$-\Delta G_{ads}$ (KJ mol ⁻¹)	$-Q$ (KJmol ⁻¹)
20% formic acid	31.91	140.41	212.91	–	–
AT	19.15	25.52	229.18	32.78	19.15
AMT	12.76	19.15	233.98	34.08	12.76
AET	6.38	6.38	237.89	34.14	6.38
APT	3.19	28.72	242.59	37.08	10.21
20% acetic acid	30.84	102.12	214.83	–	–
AT	25.53	51.06	226.32	32.84	9.57
AMT	31.91	41.49	229.19	33.67	8.94
AET	38.29	31.91	234.93	34.59	2.68
APT	38.29	25.53	239.72	35.83	10.21

Harga E_a diperoleh dari plot $\log CR$ terhadap $1/T$ seperti pada gambar 3b dan 4b. Harga E_a merupakan slop dari kurva pada gambar 3b dan 4b. Sedangkan harga ΔS° dan ΔH° dapat diperoleh dengan cara plot kurva $\log CR/T$ terhadap $1/T$ seperti pada gambar 3c dan 4c. ΔH° diperoleh dari slope ($-\Delta H^\circ/2.303 R$) dan ΔS° diperoleh dari intersep [$(\log(R/Nh) + (\Delta S^\circ / 2.303 R))$]. Data hasil dapat dilihat pada tabel 2.

Harga E_a korosi baja dalam 20% asam formic yang ditambah inhibitor lebih rendah dibandingkan dalam asam asetat, hal ini mengindikasikan bahwa semua inhibitor mempunyai efisiensi inhibisi yang baik pada temperatur tinggi (*elevated temperture*). Sementara itu harga E_a korosi baja dalam 20% asam asetat yang ditambah inhibitor lebih tinggi kecuali pada inhibitor AT dibandingkan dalam larutan asam tanpa inhibitor, hal ini mengindikasikan bahwa semua inhibitor mempunyai efisiensi inhibisi yang baik pada temperatur rendah (*low temperture*).

Harga ΔH° pada tabel 2 menunjukkan bahwa untuk AT>AMT>APT>AET dalam asamformic, sementara harga ΔH° untuk AT>AMT>AET>APT dalam asam asetat. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat energi penghalang (*energy barrier*) pada tempertur tinggi. Harga ΔS° pada semua kondisi baik ada atau tidak ada inhibitor mempunyai nilai besar dan negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat asosiasi senyawa kompleks aktif sebagai tahap penentu laju (*rate determining step*) dari pada tahap disosiasi, yang artinya terdapat penurunan ketidakteraturan (*disoderness*) penempatan dari reaktan-reaktan menjadi senyawa kompleks.

Harga energi bebas adsorpsi (ΔG_{abs}) dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

$$\Delta G_{ads} = -RT \ln(55.5K) \quad (\text{M.Z.A. Rafiquee, et. al, 2007}) \quad (6)$$

Dan harga K adalah :

$$K = \frac{\theta}{C(1-\theta)}$$

Dimana θ adalah derajat penutupan permukaan (*degree of surface coverage*) pada permukaan logam, C adalah konsentrasi inhibitor (mol per liter), K adalah konstanta kesetimbangan, R adalah konstanta gas dan T adalah temperatur. Harga ΔG_{abs} yang diperoleh pada tabel 4 pada tempertur tinggi lebih kecil dari -40 kJ mol^{-1} , hal ini mengindikasikan bahwa thiadiazole teradsorpsi secara fisis pada permukaan logam. Harga ΔG_{abs} rendah dan negatif mengindikasikan bahwa inhibitor thiadiazole teradsorpsi secara spontan pada permukaan logam baja.

Gambar 3d dan 4d menunjukkan kuva plot log (wt.loss) terhadap waktu celup. Garis-garis lurus dari kurva tersebut menunjukkan bahwa reaksi mengikuti reaksi orde pertama. Harga konstanta laju, k, dihitung dengan menggunakan persamaan hukum laju orde pertama sebagai berikut :

$$k = \frac{2.303}{t} \log \frac{A_0}{A} \quad (\text{M.Z.A. Rafiquee, et. al, 2007}) \quad (7)$$

Dimana $[A_0]$ = berat awal sample baja, $[A]$ = berat akhir sample baja setelah waktu tertentu. Harga waktu paruh (*half-life*, $t_{1/2}$) dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k} \quad (\text{M.Z.A. Rafiquee, et. al, 2007}) \quad (8)$$

Tabel 3. Waktu paruh korosi baja karbon dalam larutan 20% asam formic dan 20% asam asetat tanpa inhibitor dan ditambah inhibitor 100 ppm pada berbagai waktu celup pada temperatur 30°C

Inhibitor concentration (ppm)	$k \cdot 10^{-3}$	$t_{1/2}$
20% formic acid	1.28±0.0608	538.46
AT	2.49±0.0029	278.87
AMT	1.95±0.0024	354.84
AET	1.59±0.0049	436.12
APT	1.75±0.0035	396.00
20% acetic acid	7.57±0.0089	91.49
AT	1.64±0.0019	421.79
AMT	1.34±0.0021	516.01
AET	1.17±0.0015	593.32
APT	0.71±0.0011	975.64

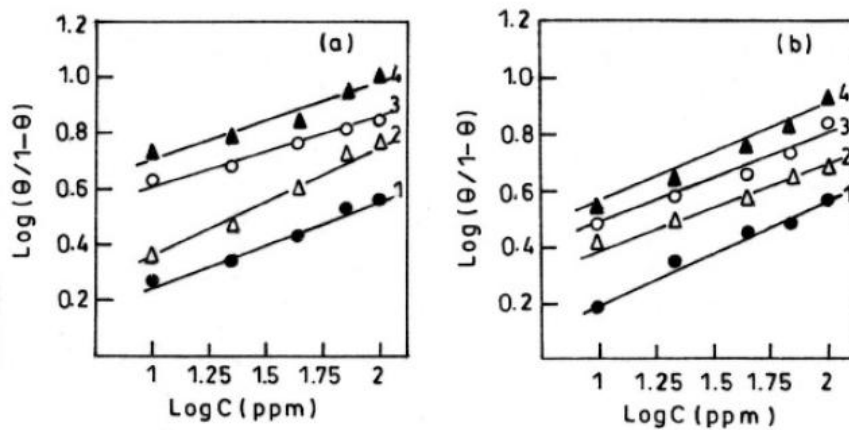
Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

Data harga waktu paruh pada tabel 3 menunjukkan bahwa keektifitasan inhibitor pada berbagai kondisi adalah sebagai berikut : AET>APT>AMT>AT dalam larutan 20% asam formic dan APT>AET>AMT>AT dalam larutan 20% asam asetat. Harga kontanta dari k menunjukkan bahwa korosi baja dalam larutan 20% asam formic dan dalam larutan 20% asam asetat dengan adanya penambahan inhibitor mengikuti kinetika orde pertama.

3. Kegunaan adsorpsi isoterm

Mekanisme inhibisi korosi pada permukaan baja karbon dapat dijelaskan dengan konsep dasar perilaku adsorpsi inhibitor. Derajat penutupan permukaan (*degree of surface coverage*) untuk berbagai konsentrasi inhibitor dihitung dari data kehilangan berat dengan persamaan sebagai berikut :

$$\theta = 1 - \frac{w_i}{w_o} \quad (\text{S.A Umoren, et al, 2008}) \quad (9)$$



Gambar 5. Kurva adsorpsi isoterm Langmuir pada variasi konsentrasi inhibitor (a) 20% asam formic, (b) 20% asam asetat (1:AT; 2:AMT; 3:AET; 4:APT).

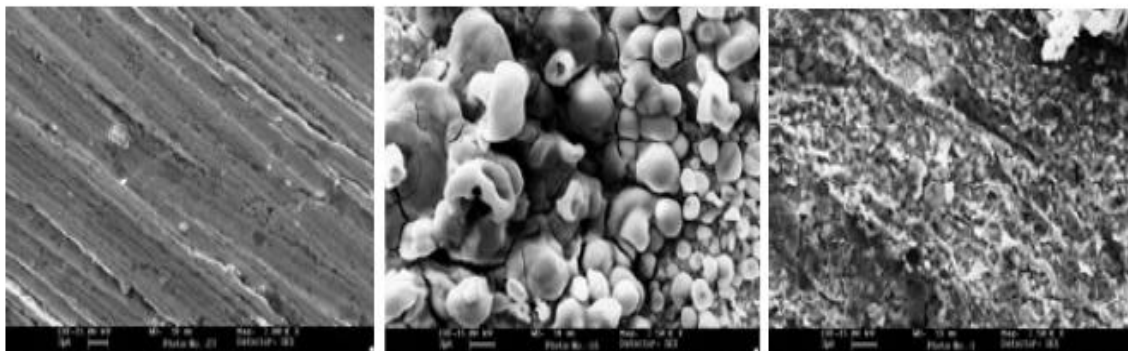
Dimana w_i adalah kehilangan berat dalam lingkungan yang ditambah inhibitor, dan w_o adalah kehilangan berat dalam lingkungan tanpa inhibitor.

Data-data diuji secara grafik dengan cara fitting pada variasi isotherm. Dari persamaan 3 dibuat kuva plot $\log (\theta / 1-\theta)$ terhadap $\log C$ memperlihatkan garis lurus (gambar 5a dan 5b). Hal ini mengindikasikan bahwa adsorpsi mengikuti hukum isoterm Langmuir.

4. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Hasil SEM memperlihatkan bahwa permukaan logam yang terinhibisi oleh inhibitor 2-amino-5-propil, 1,3,4 thiadiazole (APT) lebih halus (*smoother*) dibandingkan dengan permukaan logam tanpa inhibitor dalam larutan 20% asam formic. Hal ini karena inhibitor teradsorpsi secara kuat dan rapat pada permukaan logam sehingga hanya sedikit mengalami abrasi dan korosi seperti terlihat pada permukaan logam sebagai pembanding (blanko).

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)



Gambar 8. Hasil Scanning Electron Micrographs untuk (a) baja karbon yang dipoles, (b) baja karbon dalam larutan 20% asam formik, (c) baja karbon dalam larutan 20% asam formik ditambah 100 ppm inhibitor jenis APT

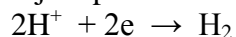
5. Mekanisme Inhibisi Korosi

Mekanisme korosi baja yang terjadi pada larutan asam tanpa ditambah inhibitor sebagai berikut (D.A. Jones, Corrosion, 1992) :

- Reaksi yang terjadi pada daerah yang bersifat anodik adalah :

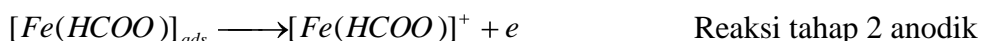


- Reaksi yang terjadi pada daerah yang bersifat katodik adalah :

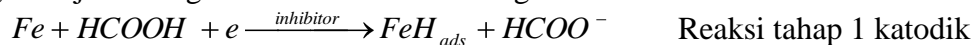


Dari kedua reaksi tersebut terlihat bahwa proses pelarutan ion besi (Fe^{2+}) pada daerah anodic sangat cepat dan bersamaan dengan evolusi hidrogen pada daerah katodik.

Sedangkan mekanisme korosi baja pada larutan asam yang ditambah inhibitor mengikuti tahapan sebagai berikut :



Evolusi hidrogen terjadi mengikuti reaksi katodik sebagai berikut :



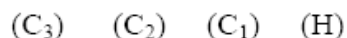
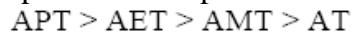
Adsorpsi ion-ion format pada permukaan baja merupakan persyaratan untuk terjadinya pelarutan anodik, jadi laju korosi bergantung pada konsentrasi ion format dalam larutan. Korosifitas larutan asam kromik meningkat secara bertahap dengan meningkatnya konsentrasi mulai dari 5% sampai 20%. Tingkat adsorpsi ion format seperti pada persamaan (reaksi tahap1 anodik) meningkat dan konsekuensinya laju korosi juga meningkat .

Inhibitor thiadiazole menghambat korosi dengan mengendalikan reaksi anodik dan reaksi katodik. Dalam larutan asam senyawa-senyawa ini timbul sebagai spesi proton. Spesi-proton ini teradsorpsi pada permukaan baja karbon pada daerah katodik dan

Adsorpsi Senyawa Thiadiazole sebagai Inhibisi Korosi pada Permukaan Baja dalam Media Asam Formik dan Asam Asetat (Agus Solehudin, Sunarto Halim Untung)

menurunkan evolusi hidrogen. Adsorpsi pada daerah anodik terjadi melalui elektron π dari cincin aromatik dan satu pasangan elektron dari atom nitrogen dan sulfur.

Urutan harga IE yang didapatkan dalam percobaan adalah :



Kehadiran kelompok propyl dalam APT meningkatkan density elektron pada atom-atom nitrogen dan sulfur yang disebabkan oleh pengaruh resonansi yang menjadi fasilitas adsorpsi paling kuat dari APT pada permukaan baja karbon. Hal ini menimbulkan harga IE untuk APT lebih tinggi dari pada harga IE untuk AET, AMT dan AT. Harga IE menurun dengan menurunnya jumlah atom karbon dan konsekuensinya menurunkan density elektron pada atom nitrogen dan sulfur.

A. KESIMPULAN

1. Senyawa thiadiazole memperlihatkan performen yang baik sebagai inhibitor korosi dalam media asam formic dan asam asetat.
2. Studi elektrokimia dengan metode *weight loss* memperlihatkan bahwa inhibisi korosi dapat diakibatkan oleh adsorpsi inhibitor pada permukaan baja karbon.
3. SEM memperlihatkan bahwa permukaan logam yang terinhibisi oleh inhibitor 2-amino-5-propil, 1,3,4 thiadiazole (APT) lebih halus (*smoother*) dibandingkan dengan permukaan logam tanpa inhibitor dalam larutan 20% asam formic.
4. Mekanisme adsorpsi dari inhibitor thiadiazole dalam larutan asam mengikuti adsorpsi isotherm Langmuir.

Daftar Pustaka :

- 1) Clublely, B.G, 1988, **Chemical Inhibitor for Corrosion Control**, Proceeding of an International Symposium, University of Manchester.
- 2) Denny A. Jones, 1992, **Principles and Prevention of Corrosion**, Macmillan Publishing Company, USA.
- 3) Mars. G. Fontana, 1986, **Corrosion Engineering**, Mc.Gram-Hill Book Company, USA
- 4) M.Z.A. Rafiquee, S,Khan, N.Saxena and M.A. Quraishi, 2007, **Influence of Some Thiadiazole Derivatives on Corrosion Inhibition of Mild Steel in Formic and Acetit Acid Media**, Journal of Portugalie Electrochimica Acta, Vol. 25 page: 419-437.
- 5) S.A. Umeron, I.B. Obot, and E.E.Ebenso, 2008, **Corrosion Inhibition of Aluminium Using Exude Gum from Pachylobus edulis in the Presence of Halide Ion in HCl**, E-Journal of Chemistry, Vol.5. No.2, page : 355-364.
- 6) , www.surfactantants.akzonobel.com