

PENGARUH PENAMBAHAN ASAM SUKSINAT DALAM MENGHAMBAT KOROSI BAJA DALAM LARUTAN ASAM SULFAT

Diah Riski Gusti¹, Henry F. Aritonang¹ dan Sriwati Azis¹

¹Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRAT Manado

ABSTRACT

Gusti, D. R., H. F. Aritonang and S. Azis. 2008. The effect of addition succinic acid on inhibition of stainless steel corrosion in sulfuric acid solution.

The objectives of this research were study the effect of addition succinic acid on inhibiting of stainless steel corrosion in sulfuric acid solution. The stainless steel sample sieved and macerated in sulfuric acid solution with concentration of 0.01; 0.02; 0.03; 0.04 and 0.05 M for 24, 48 and 72 hours. The corrosion rate and inhibitor efficiency were evaluated with Asdim and Widharto method. The result showed that corrosion rate of with different concentration higher with increasing of concentration of sulfuric acid. The corrosion rate of stainless steel was higher of 0.3716 mg/cm² hours at concentration of 0.05 M. However, the addition of succinic acid with different concentration of 1×10^{-3} ; 2×10^{-3} ; 4×10^{-3} ; 4×10^{-3} ; 5×10^{-3} M, relative corrosion rate gave lower. The inhibitor efficiency in succinic acid was 60.60% at concentration 5×10^{-3} for 24 hours. It is concluded that succinic acid having inhibition effect on stainless steel corrosion.

Key words: Succinic acid, stainless steel, corrosion, sulphuric acid.

PENDAHULUAN

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan (Trethewey dan Chamberlain, 1991). Korosi merupakan masalah besar bagi peralatan yang menggunakan material dasar logam seperti mobil, embanan, mesin kapal dan lain sebagainya (Riegher, 1992).

Korosi dapat terjadi pada semua logam seperti baja terutama yang berhubungan langsung dengan udara dan cairan yang korosif. Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan untuk membuat perlengkapan, baik yang berukuran kecil sampai yang besar, karena mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan antara lain: keras, kuat, tahan lama, mudah dibuat dan dapat dibentuk dengan ukuran dan jumlah yang besar. Baja bila berada dalam lingkungan yang korosif akan larut atau mengalami korosi (Suhartanti, 2005).

Di Indonesia permasalahan korosi perlu mendapat perhatian serius, mengingat dua pertiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi, kandungan senyawa klorida yang tinggi dimana lingkungan seperti ini dikenal sangat korosif (Noegroho dalam Asdim, 2001). Di kawasan industri kandungan gas sulfur dioksida (SO₂) di udara

yang berasal dari hasil pembakaran batu bara dan gasolin merupakan sumber penyebab korosi. Di kota New York (Amerika Serikat) diperkirakan dari hasil pembakaran batu bara telah menghasilkan sekitar 1,5 juta ton gas sulfur dioksida tiap tahun, yang mencemari udara dengan rata-rata 6300 ton H₂SO₄ setiap hari (Widharto, 2004).

Dampak yang dapat ditimbulkan akibat kerusakan korosi akan sangat berpengaruh pada kehidupan manusia, antara lain dari segi ekonomi dan lingkungan. Dari segi ekonomi misalnya tingginya biaya perawatan, tingginya biaya bahan bakar dan merger akibat kebocoran uap, kerugian produksi pada suatu industri akibat adanya pekerjaan yang terhenti pada waktu perbaikan bahan yang terserang korosi, dan aari segi lingkungan misalnya adanya proses pengkaratan besi yang berasal dari berbagai konstruksi yang dapat mencemari lingkungan (Trethewey dan Chamberlain, 1991). Fakta menunjukkan bahwa korosi dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar misalnya kerugian akibat korosi di negara Amerika pada tahun 1978 sebesar \$70.000.000.000 (Sulaiman, 1981) dan di Indonesia pada tahun 1992 diperkirakan \$ 1.000.000.000 (Supardi dalam Suhartanti, 2005). Untuk itu penanggulangan korosi perlu mendapatkan perhatian khusus.

Beberapa cara yang dapat memperlambat laju korosi antara lain : dengan cara pelapisan permukaan logam, menggunakan paduan logam yang cocok dan dengan penambahan zat tertentu yang berfungsi sebagai inhibitor korosi (Crow, 1988). Akan tetapi upaya dalam memperlambat laju korosi seperti pelapisan permukaan logam dan pengecatan, dalam hal tertentu kurang cocok penggunaannya. Sehingga penggunaan inhibitor perlu dikembangkan (Surdia, 1981). Beberapa jenis inhibitor dapat digolongkan antara lain inhibitor anodik, inhibitor katodik dan inhibitor organik.

Dewasa ini penggunaan inhibitor organik telah banyak dimanfaatkan. Senyawa organik yang dapat digunakan sebagai inhibitor adalah senyawa organik yang dapat membentuk senyawa kompleks yang terlarut maupun kompleks yang mengendap dan memiliki gugus fungsi yang mengandung atom-atom yang dapat membentuk ikatan (Dalimunthe, 2004).

Hefler *et al.* (1996) telah melakukan penelitian mengenai penggunaan senyawa

karboksilat rantai lurus sebagai inhibitor pada baja lunak, tembaga dan abuninium dalam uap air dan larutan mendekati netral. Senyawa dikarboksilat rantai lurus yang digunakan adalah senyawa dikarboksilat rantai pendek sampai untai menengah yaitu C_3-C_{14} dan diperoleh bahwa efisiensi inhibisinya bertambah dengan bertambahnya panjang rantai karbon. Namun demikian penelitian yang dilakukan oleh Hefler *et al.*, (1996) hanya wbatas dalam uap air dan larutan mendekati netral sehingga bagaimana pengaruh senyawa dikarboksilat dalam hal ini asam suksinat terhadap korosi baja dalam larutan asam sulfat belum dilaporkan. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian :rnuik melihat pengaruh asam suksinat sebagai salah satu senyawa dikarboksilat rantai pendek terhadap korosi baja dalam larutan asam sulfat. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan asam suksinat terhadap korosi baja dalam larutan asam sulfat dan menentukan efisiensi inhibisi asam suksinat dalam larutan asam sulfat.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah asam sulfat, asam suksinat diperoleh dari MERCK (Darmstadt, Germany). Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, besi penjepit, benang katun, kertas ampelas besi dan alat-alat gelas-gelas.

Persiapan Spesimen

Spesimen atau sampel yang akan digunakan adalah baja lunak yang tersedia ipasaran dengan diameter ± 2.12 cm dan tebal ± 0.5 cm

Metode

Pengerjaan Awal dan Persiapan Permukaan Spesimen

Spesimen atau sampel baja dengan diameter 2,12 cm dan tebalnya 0,5 cm Jihaluskan permukaanya dengan menggunakan ampelas besi. Permukaan yang telah halus ini dicuci dengan aquades kemudian dikeringkan.

Pembuatan larutan induk media korosif

Larutan induk media korosif asam sulfat 1 M dibuat dengan cara

mengencerkan 13,9 mL larutan asam sulfat dalam labu ukur 250 ml sampai tanda batas. Larutan media korosif yang diinginkan dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk 1 M dengan variasi konsentrasi 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 dan 0,05 M.

Pembuatan Larutan Induk inhibitor

Larutan induk inhibitor 0,1 M dibuat dengan cara mengencerkan sebanyak 2,95 g asam suksinat dalam labu ukur 250 ml sampai tanda batas, kemudian larutan inhibitor yang diinginkan dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk 0,1 M dengan variasi konsentrasi 1×10^{-3} ; 2×10^{-3} ; 3×10^{-3} ; 4×10^{-3} dan 5×10^{-3} M.

Pembuatan Larutan Campuran Media Korosif dengan Larutan Inhibitor

Larutan campuran media korosif dengan larutan inhibitor dibuat dengan cara encampurkan larutan asam sulfat volume tertentu dengan konsentrasi yang memberikan kecepatan korosi yang paling tinggi dengan larutan asam suksinat volume tertentu dengan variasi konsentrasi 1×10^{-3} ; 2×10^{-3} ; 3×10^{-3} ; 4×10^{-3} dan 5×10^{-3} M

dalam labu ukur 250 mL, kemudian diencerkan sampai tanda batas.

Perendaman Baja

Perendaman Baja Dalam Larutan Asam Sulfat

Sampel baja yang telah diampelas direndam dalam larutan asam sulfat 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 dan 0,05 M. dengan masing masing volume 50 mL selama 24; 48 dan 72 jam kemudian diukur kecepatan korosinya.

Perendaman Baja Dalam Larutan Asam Sulfat Dengan Adanya Asam Suksinat.

Sampel baja yang telah diampelas direndam dalam larutan asam sulfat dengan adanya asam suksinat sebagai larutan inhibitor dengan konsentrasi 1×10^{-3} ; 2×10^{-3} ; 3×10^{-3} ; 4×10^{-3} dan 5×10^{-3} M. Perendaman dilakukan selama 24, 48 dan 72 jam dengan volume larutan 50 mL kemudian diukur kecepatan korosi dan efisiensi inhibisinya.

Penentuan Kecepatan Korosi dan Efisiensi inhibisi

Setelah proses korosi berjalan dalam waktu tertentu, produk korosi (baja) tersebut

diangkat dari media korosi, dicuci secara hati-hati dengan menggunakan sikat halus dan lembut, kemudian dibiarkan kering selama 5 menit dan ditimbang ::bagai berat akhirnya. Kecepatan korosi dan efisiensi inhibisi dihitung dengan rumus :
Kecepatan Korosi (Asdim, 2001):

$$\frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Luas baja} - \text{Waktu perendaman}}$$

Efisiensi inhibisi (Widharto, 2004):

$$= \frac{R_0 - R_1}{R_0} \times 100\%$$

Dimana

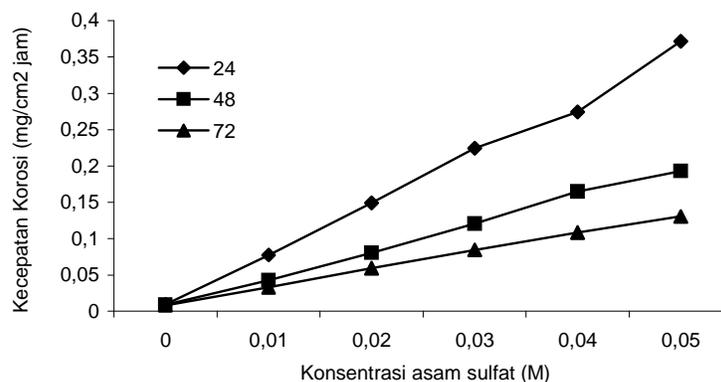
R_0 = laju korosi tanpa adanya inhibitor

R_1 = laju korosi dengan adanya inhibitor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi Asam Sulfat terhadap kecepatan

Pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap kecepatan korosi baja dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah :

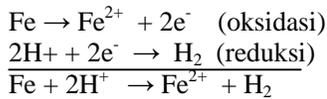


Gambar 1. Kurva pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap kecepatan korosi baja, perendaman selama 24, 48 dan 72 jam.

Dari lima variasi konsentrasi asam sulfat yaitu 0,01 M; 0,02 M; 0,03 M; 0,04 M dan 0,05 M dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kecepatan korosi yang tinggi dalam larutan yang mengandung asam sulfat jika dibandingkan dengan larutan tanpa adanya asam sulfat. Hal ini menunjukkan bahwa larutan asam sulfat merupakan media yang sangat korosif. Kecepatan korosi baja

dalam larutan asam sulfat menjadi semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi asam sulfat (kecepatan korosi terbesar pada konsentrasi 0,05 M). Hal ini disebabkan oleh asam sulfat sebagai zat pengoksidator kuat yang mengakibatkan logam Fe teroksidasi menjadi Fe^{2+} yang tidak stabil yang dapat bereaksi dengan ion hidroksil yang bermuatan negatif (yang diperoleh dari reaksi

disosiasi air) membentuk ferohidroksida yang dapat bereaksi kembali dengan ion Fe^{2+} menghasilkan endapan feroferrioksida (Fe_3O_4) yang berwarna kuning kemerahan sna bersifat magnetik yang dapat dijelaskan dengan reaksi berikut (Widharto, 2004):



Dari reaksi dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi asam sulfat maka semakin banyak atom-atom yang terlepas dari besi sehingga kecepatan korosi akan semakin besar (Riegher, 1992). Adapun kemungkinan mekanisme terjadinya proses korosi pada logam yang dikemukakan oleh Trethewey dan Chamberlain (1991) sebagai berikut: pertama zat agresif seperti sulfat diperkirakan akan mengurangi kekuatan ikatan antara atom-atom logam akibat proses adsorpsi yang mengakibatkan terbentuknya ikatan antar logam dengan zat agresif tersebut, sehingga energi yang digunakan dalam mengikat ion-ion agresif oleh atom-atom logam akan mengurangi energi ikatan antara atom-atom. Kedua korosi logam disebabkan oleh reduksi ion hidrogen yang berlangsung dalam larutan. Molekul-molekul hidrogen yang terbentuk diadsorpsi oleh logam menyebabkan ikatan-ikatan antar logam dalam baja mengalami pelemahan atau perapuhan.

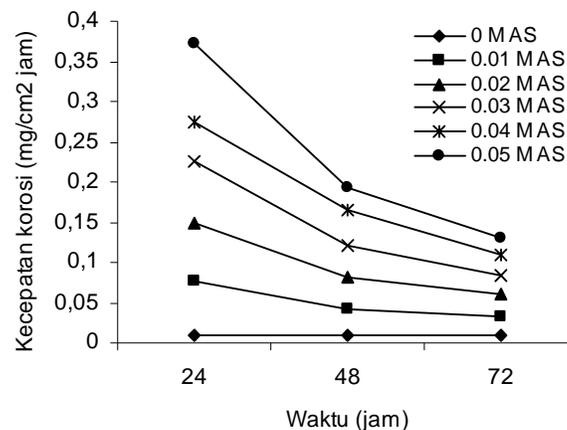
Dari mekanisme tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi ion-ion agresif seperti sulfat dan ion hidrogen

dalam larutan maka ikatan antara atom-atom logam dalam baja akan semakin lemah, sehingga kecepatan korosi akan semakin meningkat.

Data yang didapatkan dari Gambar 1 dimana terjadinya peningkatan kecepatan korosi baja dengan meningkatnya konsentrasi asam sulfat juga sesuai dengan yang dilaporkan oleh Asdim (2001). Dilaporkan bahwa semakin besar konsentrasi asam sulfat maka semakin besar berat baja yang hilang selama proses korosi, kecepatan imasi semakin besar dengan meningkatnya konsentrasi asam sulfat.

Pengaruh waktu perendaman terhadap kecepatan korosi baja dalam larutan asam sulfat

Data yang terlihat pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa waktu perendaman memberikan pengaruh terhadap kecepatan korosi baja dalam larutan asam sulfat 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 dan 0,05 M. Dari tiga variasi waktu perendaman 24, 48 dan 72 jam diperoleh hasil bahwa kecepatan korosi menjadi lebih kecil dengan bertambah lamanya waktu perendaman. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya pembentukan lapisan pasif yang relatif lebih banyak pada waktu perendaman 72 jam jika dibandingkan dengan 24 jam dan 48 jam. Lapisan pasif yang terbentuk pada permukaan baja ini akan menghalangi masuknya ion-ion korosif ke permukaan baja, sehingga akan mengurangi kecepatan korosi baja dalam larutan asam sulfat (Rozenfeld, 1980).



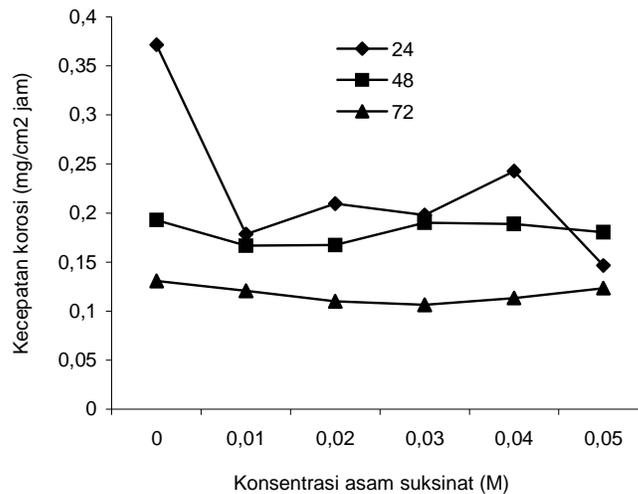
Gambar 2. Kurva pengaruh waktu perendaman terhadap kecepatan korosi baja dalam larutan asam sulfat 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 dan 0,05 M.

Bentuk lapisan pasif yang terbentuk pada permukaan baja yang terkorosi dalam arutan yang mengandung ion sulfat yang dilaporkan oleh Evans (1972) berupa lapisan besi oksida yaitu Fe_3O_4 . Lapisan pasif yang terbentuk ini akan menghalangi ion-ion korosif.

Data yang terlihat pada Gambar 2 dimana terjadinya penurunan kecepatan korosi baja dengan bertambahnya lama waktu perendaman dalam larutan asam sulfat juga sesuai dengan yang dilaporkan oleh Hausler (1986). Dari hasil penelitiannya dengan menggunakan asam klorida sebagai media korosi diperoleh hasil bahwa lama waktu perendaman baja maka kecepatan korosi baja semakin menurun.

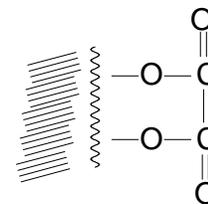
Pengaruh Penambahan Asam suksinat Terhadap Kecepatan Korosi Baja dalam Larutan Asam Sulfat 0,05 M

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan asam suksinat sebagai inhibitor kecepatan korosi dalam larutan asam sulfat relatif menjadi kecil jika dibandingkan dengan kecepatan korosi tanpa adanya penambahan larutan asam sulfat dalam larutan asam sulfat. Hasil ini sesuai dengan yang dilaporkan Rooney *et al.* (1997), bahwa kecepatan korosi baja karbon dalam larutan metildietanolamin dengan adanya larutan asam suksinat relatif lebih kecil jika jika dibandingkan dengan kecepatan korosi baja karbon dalam larutan asam sulfat. Adapun kemungkinan ikatan dikarboksilat rantai lurus pada baja yang dijelaskan oleh Hefler *et al.* (1996) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Kurva pengaruh konsentrasi Asam Suksinat terhadap kecepatan korosi baja dalam larutan Asam Sulfat 0,05 M.

Dari Gambar 4 diduga bahwa asam suksinat dapat bereaksi dengan ion besi membentuk senyawa kompleks. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Musalam dan Rudiyanto (2001) dimana asam dikarboksilat rantai lurus asam oksalat) dapat membentuk senyawa kompleks yang stabil dengan ion besi (II) maupun dengan ion besi (III).



Gambar 4. Ikatan dikarboksilat rantai lurus pada baja.

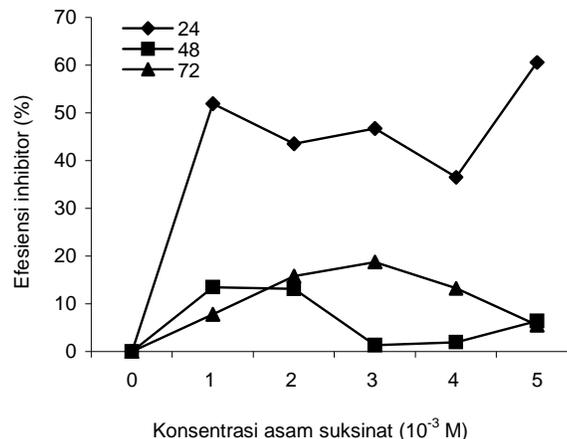
Menurut Trethewey dan Chamberlain (1991) molekul-molekul organik dapat bertindak sebagai inhibitor dengan cara teradsorpsi pada permukaan logam sehingga dapat membatasi difusi oksigen ke permukaan logam, memerangkap ion-ion logam pada permukaan, memantapkan lapisan ganda dan dapat mereduksi laju pelarutan logam. Kemudian Hayakawa (1980) telah melakukan percobaan dengan menggunakan senyawa organik sebagai inhibitor, dimana senyawa tersebut akan membentuk senyawa kelat yang dapat mereduksi laju.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa efisiensi inhibisi asam suksinat dengan lima variasi konsentrasi yaitu 1×10^{-3} ; 2×10^{-3} ; 3×10^{-3} ; 4×10^{-3} dan 5×10^{-3} M. efisiensi inhibisi terbesar terdapat pada konsentrasi 5×10^{-3} M yaitu 60,60 %. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya peningkatan miselisasi dari anion karboksilat sehingga lapisan pasif

yang terbentuk relatif lebih banyak yang dapat melindungi permukaan baja (Hefler *et al.* 1996). Akan tetapi efisiensi inhibisi relatif berkurang dengan bertambah lamanya waktu perendaman hal ini diduga senyawa kompleks antara asam suksinat dan besi yang terbentuk tidak stabil.

KESIMPULAN

Semakin besar konsentrasi asam sulfat semakin besar berat baja yang hilang selama proses korosi berlangsung, kecepatan korosi yang paling besar yaitu $0,3716 \text{ mg/cm}^2 \text{ jam}$ pada konsentrasi 0,05 M. Daya inhibisi asam suksinat dalam larutan asam sulfat lebih besar pada waktu perendaman 24 jam dibandingkan pada perendaman 48 dan 72 jam. Efisiensi inhibisi asam suksinat dalam larutan asam sulfat yang terbesar pada konsentrasi 5×10^{-3} M pada perendaman selama 24 jam yaitu 60, 60 %.



Gambar 5. Kurva efisiensi inhibisi asam suksinat pada korosi baja dalam larutan asam sulfat 0,05 M.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdim 2001. Pengaruh Senyawa n-Alkilamina Terhadap Korosi Baja Dalam larutan Asam Sulfat [Tesis]. Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang.
- Crow, D. R. 1988. *Principles And Applications of Electrochemistry*. Chapman and Hall, London.
- Dalimunthe, S. 2004. *Kimia Dari Inhibitor Korosi*. Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Evans, U.R.,1972. *Mechanism of Rusting Under Differend Condition J. Corrosion*, British.
- Hayakawa, Y. 1980. *Inhibitor Mechanism of Organic Inhibitors for Metal Corrosion*. Invited lecture, LMN- LIPI, Bandung.
- Hausler, R.H. 1986. On The Use of Linier Polarization Measurement for The Evaluation of Corrosion Inhibitors In Concentrated HCl at 200 F (93 °C). *J. Corrosion Science*, New York.
- Hefler, G.T., N.A. North dan S. H. Tan. 1996. *Inhibition of Steel, copper And*

- Aluminium By Straight Chain Carboxylic In Netral Solution.J. Corrosion*, New York.
- Riegher, H.P. 1992. *Electrochemistry*, Chapman and Hall Inc., New York.
- Rooney, P.C., T. R. Bacon dan M.S. Dupart. 1997. *Effect of Heat Stable on MDEA solution corrosivity*. Gulf Publishing Co, Texas.
- Rozenfeld, I. 1980. *Corrosion Inhibitors* Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Suhartanti, D. 2005. *Laju Korosi Baja di Kawasan Udara PLTP Kamojang Jawa Barat*. Seminar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok.
- Sulaiman, A. 1981. *Korosi Logam*. Lembaga Metalurgi Nasional-LIPI, Bandung.
- Surdia, N.M. 1981. *Inhibitor*. Lembaga Metalurgi Nasional-LIPI, Bandung.
- Trethewey, K.R. dan J. Chamberlain, 1991. *Korosi*. Edisi pertama, [diterjemahkan oleh Widodo T. K]. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Widharto, S. 2004. *Karat dan Pencegahannya*. Edisi ketiga, PT Pradnya Paramita, Jakarta.