

Tegangan permukaan inhibitor korosi baja karbon dalam lingkungan air sadah

(Surface tension of corrosion inhibitor of carbon steel in hard water medium)

Tety Sudiarti

Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jln. A.H.Nasution No.105 Cipadung 40614

tel. 085860732693, dan email: s_tety70@yahoo.com

diterima 25 Oktober 2014, disetujui 17 November 2014

Abstrak

Inhibisi korosi baja karbon dalam air sadah sangatlah penting karena air untuk keperluan *heating* dan/atau *cooling system* di berbagai industri banyak yang bersifat sebagai air sadah, dan dialirkan melalui pipa yang terbuat dari baja karbon. Pada penelitian sebelumnya telah diteliti efektivitas inhibitor tiourea dan simetidin sebagai inhibitor korosi dalam lingkungan tersebut. Pada pekerjaan ini dilakukan pengukuran tegangan permukaan inhibitor tiourea dan simetidin dalam lingkungan air sadah, untuk menentukan apakah inhibitor yang digunakan menunjukkan sifat seperti surfaktan sehingga menunjukkan gejala miselisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik tiourea maupun simetidin memiliki sifat sebagai surfaktan. Konsentrasi kritis misel untuk kedua inhibitor tersebut sesuai dengan konsentrasi inhibitor dengan daya inhibisi optimal.

Kata kunci: tegangan permukaan, tiourea, simetidin, surfaktan

Abstract

Corrosion inhibition of carbon steel in hard water medium is very important because most of water for cooling and/or heating system needed in various industries is hard water and it is flown through pipes made of carbon steel. Before this, a research has been done concerning the effectiveness of inhibitors of thiourea and cimetidine as corrosion inhibitors in this medium. Here, a research has been done concerning the measurement of surface tension of thiourea and cimetidine to determine whether these inhibitors show properties similar to surfactants, hence indicate micellar phenomena. The Result of this research indicated that both thiourea and cimetidine are surfactants. The micellar critical concentration for both inhibitors is in accordance with the inhibitor concentration with optimal efficiency.

Key words: surface tension, thiourea, cimetidine, surfactant

Pendahuluan

Sifat korosif air sadah tergantung pada suhu, perbandingan konsentrasi ion-ion yang bersifat agresif yaitu ion klorida dan ion sulfat terhadap ion-ion yang bersifat inhibitif yaitu ion karbonat, bikarbonat dan kalsium [1,2]. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa laju korosi terus meningkat dengan naiknya suhu dari 25 °C sampai 55°C, sedangkan peningkatan konsentrasi ion klorida maupun ion sulfat menghasilkan laju korosi maksimum pada

konsentrasi 42,5 ppm untuk ion klorida dan 5 ppm untuk ion sulfat. Adapun kondisi paling korosif terhadap baja karbon pada penelitian sebelumnya adalah air sadah yang mengandung ion klorida 42,5 ppm pada suhu 55 °C [3].

Air untuk keperluan *heating* dan/atau *cooling system* di berbagai industri banyak yang bersifat sebagai air sadah, dan dialirkan melalui pipa yang terbuat dari baja karbon, sehingga pengetahuan tentang perilaku dan inhibisi korosi

baja karbon dalam air sadah sangatlah penting. Berkenaan dengan korosi baja karbon dalam air sadah, salah satu perusahaan tekstil di kabupaten Bandung, melaporkan adanya korosi jenis sumuran yang terjadi pada pipa produksi pengalir *hard water*. *Hard water* yang digunakan diketahui mengandung ion klorida dan ion sulfat, yang merupakan ion agresif yang dapat menyebabkan penipisan pada lapisan oksida baja karbon. Kerusakan lapisan oksida pada baja karbon yang disebabkan oleh adanya ion-ion agresif tersebut, dapat memicu terjadinya korosi lokal. *Hard water* ini dialirkan melalui pipa ke mesin untuk dipanaskan dan digunakan untuk membersihkan kain dari kanji (*washing*). Korosi sumuran yang terjadi dilaporkan, jika satu lubang korosi dilas maka akan terjadi korosi sumuran berikutnya ditempat lain dan semakin banyak. Karena itu jika sudah terjadi satu lubang korosi maka pipa tersebut langsung diganti, dan penggantian pipa tersebut terjadi setelah enam tahun pemakaian. Tentunya dengan adanya korosi pada pipa produksi pengalir *hard water* tersebut akan mengganggu jalannya *washing* serta menyebabkan terhentinya proses produksi, dan itu merupakan kerugian besar bagi perusahaan.

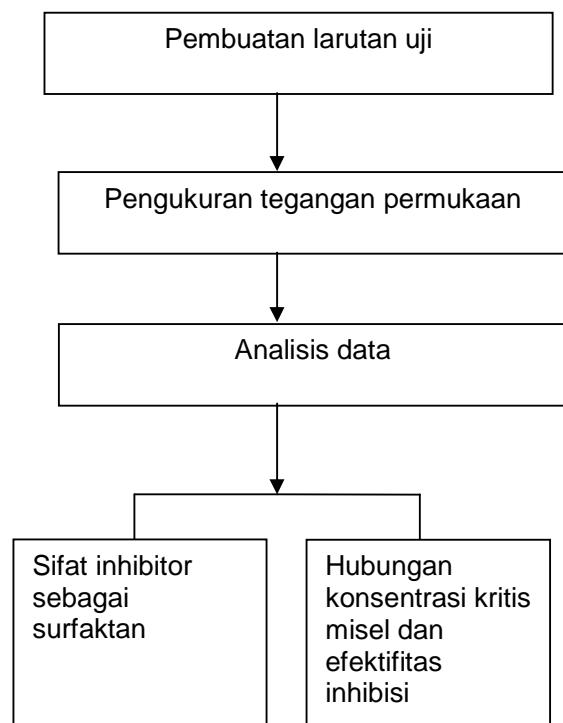
Pemeliharaan dan usaha meminimalkan proses serangan korosi terhadap jaringan pipa produksi pengalir *hard water* untuk memaksimalkan waktu pakainya, merupakan kegiatan perawatan fasilitas produksi yang dilakukan secara kontinu dan memerlukan penggunaan inhibitor korosi. Inhibisi adalah cara yang paling umum untuk mengendalikan korosi dalam jaringan pipa produksi di lingkungan air. Inhibitor yang digunakan harus mampu mencegah dan menanggulangi korosi terlokalisasi dalam semua kasus yang mungkin terjadi. Keperluan air sadah yang begitu luas dalam sistem-sistem air untuk kepentingan *cooling*, *heating* maupun produksi pada kondisi yang korosif serta peraturan perundang-undangan yang ketat tentang lingkungan mengharuskan pemilihan inhibitor yang berkinerja tinggi, ramah lingkungan, serta tidak mengganggu proses produksi. Pada pekerjaan ini digunakan inhibitor senyawa organik karena mudah terdegradasi, sehingga tidak mencemari lingkungan. Sebagai inhibitor organik dipilih inhibitor yang umum digunakan di lingkungan basa yaitu tiourea dan inhibitor alternatif simetidin. Pada penelitian sebelumnya dihasilkan, efisiensi inhibisi 40 ppm tiourea dan

50 ppm simetidin terhadap korosi baja karbon dalam lingkungan air sadah paling korosif berturut-turut adalah 82,6 % dan 72,6 % [3].

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran tegangan permukaan air sadah hasil optimasi penelitian sebelumnya yang mengandung inhibitor tiourea atau simetidin dengan variasi konsentrasi. Hal ini untuk mengetahui apakah inhibitor yang digunakan bersifat sebagai surfaktan. Surfaktan inhibitor korosi cenderung terkonsentrasi pada antarmuka, dan pada konsentrasi kritis akan teragregasi membentuk misel, baik dalam larutannya maupun pada fasa antarmuka [5]. Nilai konsentrasi kritis misel merupakan parameter yang dapat mengukur efisiensi adsorpsi inhibitor [6]. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dianalisis bagaimana hubungan antara konsentrasi kritis misel dan efektifitas inhibisi dari kedua inhibitor. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan gambaran perilaku kedua inhibitor sebagai surfaktan dan hubungan konsentrasi kritis misel kedua inhibitor dengan efektifitas inhibisinya sehingga dapat mendukung hasil penelitian sebelumnya.

Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian ini adalah pertama pembuatan larutan uji, yaitu air sadah tiruan dan air sadah dari industri tekstil paling korosif dari hasil penelitian sebelumnya pada suhu 25°C yang masing-masing ditambahkan inhibitor tiourea dan simetidin dengan variasi konsentrasi. Air sadah tiruan paling korosif adalah yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dan 5 ppm ion sulfat, sedangkan air sadah paling korosif dari industri tekstil yaitu yang ditambahkan 90 ppm ion klorida. Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan permukaan untuk menentukan apakah kedua inhibitor yang digunakan bersifat sebagai surfaktan dan bagaimana hubungan konsentrasi kritis misel dengan efektifitas inhibisinya. Adapun penelitian yang telah dilakukan, secara garis besar tampak pada skema alur penelitian seperti pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Skema alur penelitian.

Peralatan

Pengukuran tegangan permukaan dilakukan pada suhu 25 °C, menggunakan alat *Digital-Tensiometer K10ST* buatan Kruss.

Bahan

1. Larutan uji

Larutan uji yang digunakan yaitu air sadah tiruan paling korosif yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dan 5 ppm ion sulfat, sedangkan air sadah paling korosif dari industri tekstil yaitu yang ditambahkan 90 ppm ion klorida. Kemudian semua air sadah tersebut ditambahkan inhibitor dengan variasi konsentrasi.

2. Inhibitor

Inhibitor korosi yang digunakan adalah senyawa tiourea dan simetidin.

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Larutan Uji

Larutan uji yang digunakan yaitu air sadah tiruan paling korosif yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dan 5 ppm ion sulfat, sedangkan air sadah paling korosif dari industri tekstil yaitu yang ditambahkan 90 ppm ion klorida. Kemudian semua jenis air sadah tersebut ditambahkan inhibitor. Inhibitor yang digunakan, berasal dari larutan induk tiourea 1000 ppm dan simetidin 1000 ppm. Konsentrasi inhibitor divariasikan dengan kenaikan rata-rata 10 ppm.

Air sadah tiruan dibuat dengan konsentrasi ion HCO_3^- dan SiO_2 yang sama dengan air sadah yang berasal dari pabrik tekstil. Ion HCO_3^- berasal dari padatan NaHCO_3 dan SiO_2 berasal dari padatan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan kemurnian 97 % yang dilarutkan dalam aqua DM berdaya hantar 7.78 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ion Cl^- berasal dari padatan CaCl_2 dan $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, sedangkan ion SO_4^{2-} berasal dari padatan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam aqua DM tersebut.

Untuk air sadah yang berasal dari pabrik tekstil, penambahan konsentrasi ion Cl^- berasal dari padatan $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam aqua DM yang sama. Ion Cl^- yang berasal dari larutan induk $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam air sadah yang berasal dari pabrik tekstil, kemudian diukur daya hantar dan pHnya.

2. Pengukuran Tegangan Permukaan

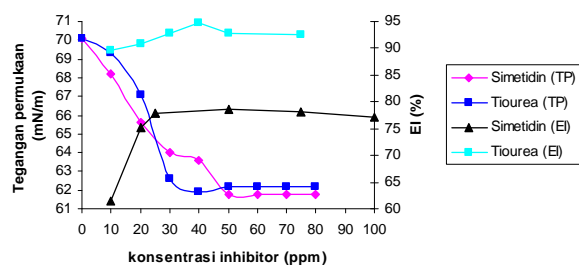
Pengukuran tegangan permukaan dilakukan pada suhu 25 °C, menggunakan alat *Digital – Tensiometer K10ST* buatan Kruss. Pengukuran tegangan permukaan dilakukan pada blanko larutan uji dalam air sadah tiruan maupun air sadah dari pabrik tekstil. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan permukaan pada larutan-larutan uji yang mengandung inhibitor dengan kenaikan konsentrasi 10 ppm.

Hasil dan Diskusi

Pengukuran tegangan permukaan pada percobaan ini, adalah untuk menentukan apakah inhibitor yang digunakan pada percobaan ini menunjukkan sifat seperti surfaktan sehingga menunjukkan gejala miselisasi. Konsentrasi kritis

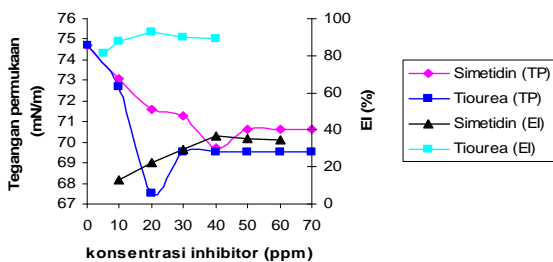
misel atau *cmc* ditentukan dari titik potong pengeplotan tegangan permukaan terhadap konsentrasi inhibitor. Parameter ini dapat mengukur efisiensi adsorpsi [6].

Hasil pengukuran tegangan permukaan yang disajikan dalam Gambar 2, 3, dan 4 berturut-turut menggambarkan hubungan antara penambahan konsentrasi inhibitor dengan tegangan permukaan larutan dalam air sadah tiruan dan di industri tekstil yang dihubungkan dengan efisiensi inhibisi.



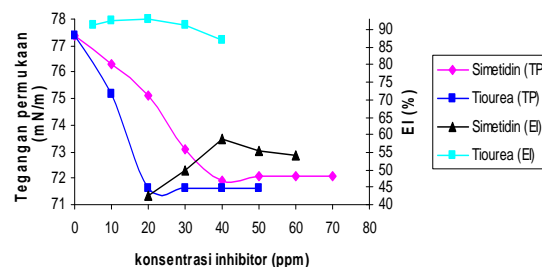
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap tegangan permukaan dan efisiensi inhibisi dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida pada suhu 25 °C.

Dalam air sadah tiruan di lingkungan ion klorida, terlihat bahwa dengan naiknya konsentrasi inhibitor, tegangan permukaan larutan menurun sampai titik terendah untuk tiourea dan simetidin berturut-turut adalah pada 40 ppm dan 50 ppm, selanjutnya naik sedikit dan seterusnya konstan. Ini berarti nilai konsentrasi kritis misel untuk tiourea dan simetidin berturut-turut adalah 40 ppm dan 50 ppm. Nilai konsentrasi kritis misel ini sama dengan konsentrasi inhibitor dengan daya inhibisi optimal.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap tegangan permukaan dan efisiensi inhibisi dalam air sadah yang mengandung 5 ppm ion sulfat pada suhu 25 °C.

Fenomena yang sama terjadi dalam air sadah di lingkungan ion sulfat dan di industri tekstil, penambahan konsentrasi inhibitor menyebabkan penurunan tegangan permukaan larutan sampai batas optimum, kemudian naik sedikit dan seterusnya konstan. Konsentrasi kritis misel untuk tiourea dalam air sadah di lingkungan ion sulfat dan dalam air sadah dari industri tekstil adalah 20 ppm, sedangkan simetidin pada 40 ppm. Konsentrasi tersebut sama dengan konsentrasi inhibitor dengan daya inhibisi optimal.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap tegangan permukaan dan efisiensi inhibisi dalam air sadah di industri tekstil dengan penambahan 90 ppm ion klorida pada suhu 25 °C.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa baik tiourea maupun simetidin, memiliki sifat sebagai surfaktan. Dan konsentrasi kritis misel untuk kedua inhibitor tersebut, sesuai dengan konsentrasi inhibitor dengan daya inhibisi optimal.

Kesimpulan

Tiourea maupun simetidin, memiliki sifat sebagai surfaktan. Dan konsentrasi kritis misel untuk kedua inhibitor tersebut, sesuai dengan konsentrasi inhibitor dengan daya inhibisi optimal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kepala Laboratorium Kimia Fisik Material ITB atas fasilitas yang diberikan.

Pustaka

- [1]. S. Takasaki dan Y. Yamada, *Corros Sci*, 49 (2007), pp. 240-247.
- [2]. E. Larson dan R. V. Skold, *Corrosion*, 14 (1958) pp. 285-288.
- [3]. T. Sudiarti, (2008), Tesis, ITB, Bandung, 2008.
- [4]. B. Bundjali, Tinjauan Termodinamika dan Kinetika Korosi Serta Teknik-Teknik Pengukuran Laju Korosi, Diktat Kuliah, ITB, Bandung, 2000.
- [5]. B. Bundjali, Perilaku dan Inhibisi Korosi Baja Karbon dalam Larutan Buffer Asetat, Bikarbonat-CO₂, Disertasi, ITB, Bandung, 2005.
- [6]. M. El Achouri, M. R. Infante, dan F. Izquierdo, *Corros Sci*, 43 (2001) pp. 19-35.
- [7]. K. R. Trethewey, K.R. dan J. Chamberlain, Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa, Gramedia Pustaka Utama, 1991.
- [8]. G. Butler, dan H. C. K. Ison, *Corrosion and Its Prevention in Waters*, Chemical and Process Engineering Series, Leonard Hill, 1996.
- [9]. B. Bundjali, *J. Matematika dan Sains*, 9 (2004) pp. 307-312.
- [10]. V. S. Sastri, *Corrosion Inhibitor Principles and Application*, John Wiley & Sons Ltd., 1998.
- [11]. D. Wahyuningrum, Disertasi, ITB, Bandung, 2008.
- [12]. T. Surdia dan S. Saito, Pengetahuan Bahan Teknik, Departemen Mesin, ITB, Bandung, 1984.
- [13]. F. Bentiss, M. Bouanis, B. Mernari, M. Traisnel, H. Vezin, dan M. Lagrene, *Applied Surface Sci*, 253 (2007) pp. 3696-3704.
- [14]. J. M. West, *Basic Corrosion and Oxidation*, Second Edition, Ellis Horwood Limited, 1980.
- [15]. U. Ergun, *Materials Chem and Phys*, 30 (2008) pp. 30-30.
- [16]. R. Fuchs, *Chim Acta*, 52 (2007) pp. 4974-4981.
- [17]. M. A. Deyab, A. Helal, A. S. Fouda, *Corros Sci*, 49 (2007) pp. 2315-2328.
- [18]. M. Abdallah, A. Helal, A. S. Fouda, *Corros Sci*, 48 (2006) pp. 1639-1654.
- [19]. M. Reffass, R. Sabot, C. Savall, dan M. Jeannin, *Corros Sci*, 48 (2006) pp. 726-728.
- [20]. A. Chetoutani, *Corros Sci*, 48 (2006) pp. 2987-2997.
- [21]. A. Lukomska, S. Smolin, J. Sobkowski, *Chim Acta*, 46 (2001) pp. 3111-3117.
- [22]. Z. D. Stankovi dan M. Vukovic, *Chim Acta*, 4686 (1996) pp. 00066-7.
- [23]. E. Antonia dan S. D. Peyerimhoff, *Chim Acta*, 47 (2002) pp. 1365-1371.
- [24]. V. Jovancicevic, Y. S. Ahn, dan J. Dougherty, *CO₂ corrosion inhibition by sulfur-containing organic compounds*, Paper, NACE, 2000.
- [25]. Z. A. Chikh, *Corros Sci*, 47 (2005) pp. 447-459.
- [26]. B. Gao, X. Zhang, dan Y. Sheng, *Material Chem and Phys*, 108 (2008) pp. 375-381.
- [27]. C. H. Hamman, A. Hamnet, dan W. Vielstich, *Electrochemistry*, Wiley-VCH, 1997.
- [28]. D. J. Piron, *The Electrochemistry of Corrosion*, NACE, 1991.

[29]. X. Jiang, Y. G. Zheng, D. R. Qu, W. Ke, Corros Sci, 48 (2006) pp. 3091-3108.

[30]. P. Ernst dan R. C. Newman, Corros Sci, 49 (2007) pp. 3705-3715.