

EFISIENSI INHIBISI INHIBITOR EKSTRAK DAUN TEH (*Camelia sinensis*) TERHADAP BAJA St-37 DALAM MEDIUM ASAM DAN GARAM

Yuli Yetri¹, Desi Mitra Sari², Sri Handani²

¹Politeknik Negeri Padang

²Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang

yuliyetriyeti@yahoo.com

Submitted : 10-11-2016, Reviewed: 17-12-2016, Accepted: 20-12-2016

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengendalikan laju korosi baja St-37 dalam medium asam klorida dan natrium klorida menggunakan inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*). Metode weight loss dan metode potensiodinamik untuk menentukan laju korosi, dalam medium HCl 3 % dan NaCl 3 %, dengan konsentrasi inhibitor yang ditambahkan bervariasi mulai dari 1 % hingga 10 % selang 1 %, dan perendaman selama empat hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi berkurang dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor yang ditambahkan, Peningkatan konsentrasi inhibitor diikuti juga dengan meningkatnya nilai efisiensi inhibisinya. Nilai efisiensi inhibisi terbesar dengan penambahan konsentrasi inhibitor 10 % untuk kedua medium korosif yaitu: 86,3 % HCl dan 92,0% untuk NaCl . Analisis morfologi permukaan dengan foto optik memperlihatkan permukaan baja dengan penambahan ekstrak daun teh mengalami korosi lebih sedikit dibandingkan dengan tanpa inhibitor. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak daun teh sangat efisien untuk mengendalikan laju korosi dalam medium korosif HCl dan NaCl.

Kata kunci: laju korosi, inhibitor, efisiensi, ekstrak daun teh, medium korosif

ABSTRACT

A research to control corrosion rate of St-37 steel in acid chloride and sodium chloride medium using tea leaf (*Camellia sinensis*) extract inhibitor has been done. The method used is potentiodynamic to see the value of the corrosion current and weight loss method for corrosion rate.. Corrosive medium used were HCl 3% and NaCl 3%. The concentration of the extract used range from 1%-10% rang 1% and the immersion time is four days. The results showed that the corrosion rate decreases with the addition of inhibitors, it is also evident from the results of the Tafel plot shows I_{corr} impairment. The greater concentration of inhibitor that is used the lower the corrosion rate. Greatest efficiency values both for medium corrosive obtained at inhibitor concentrations of 10 % as 86,3 % in HCl and 92,0 % in NaCl. From the optical photograph analyzed on the surface morphology of St-37 steel showed that the addition of tea leaves extract suffered less corrosion. This shows that tea leaves extract inhibitor is very efficient in controlling the rate of corrosion in HCl and NaCl medium.

Keywords: corrosion rate, inhibitor, efficiency, tea extract, corrosive medium

PENDAHULUAN

Korosi atau pengkaratan dikenal sebagai peristiwa kerusakan logam karena adanya faktor metalurgi (pada material itu sendiri) dan reaksi kimia dengan lingkungannya yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas suatu bahan logam (Sastri, 2011). Biasanya proses korosi logam berlangsung secara elektrokimia yang terjadi secara simultan pada daerah anoda dan katoda. Bahan-bahan korosif (yang dapat menyebabkan korosi) terdiri atas asam dan garam, seperti asam klorida (HCl) dan natrium klorida (NaCl).

Korosi tidak dapat dicegah tetapi lajunya dapat dikurangi. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi, salah satunya dengan pemakaian inhibitor. Inhibitor korosi dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi lingkungan terhadap logam. Se jauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Hermawan, 2007). Inhibitor biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu.

Inhibitor terbagi dua yaitu inhibitor organik dan inhibitor anorganik (Aidil, 1972). Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan (Haryono, 2010). Sedangkan inhibitor organik adalah inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada daun, akar, kulit, buah, dan batang tumbuhan (Haryati, 2008). Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas (Ferdany, 2010). Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks. Salah satu jenis tumbuhan yang mengandung tanin adalah teh (*Camelia sinensis*) yang terletak pada bagian daunnya.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa beberapa ekstrak dari bahan alam dapat digunakan untuk aplikasi inhibisi korosi. Seperti *Carica papaya* (Loto, *et al.*, 2011), *Azadirachta indica* (Okafor *et al.*, 2010), Kalmegh (Singh *et al.*, 2010), *Solanum melongena* (Eddy *et al.*, 2010), *Musa aquaminata* (Gunavathy *et al.*, 2012), *Citrus aurantiifolia* leaves (Saratha *et al.*, 2009), *Theobroma cacao* peels (Yetri Y *et al.*, 2015), dan lainnya. Senyawa-senyawa alami ini telah membuktikan kemampuannya untuk bertindak sebagai inhibitor korosi untuk beberapa logam dan paduannya dalam beberapa media agresif yang berbeda.

Berdasarkan masalah di atas dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menentukan efisiensi inhibisi korosi baja St-37 dalam medium asam klorida (HCl) dan natrium klorida (NaCl) 3% tanpa dan adanya inhibitor ekstrak daun teh dengan konsentrasi 1-10% selang 1% dan waktu perendaman selama empat hari.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja St-37, daun teh (*Camelia sinensis*), asam klorida (HCl) dan natrium klorida (NaCl) sebagai medium korosif, etanol, aquades, aquabides dan aseton. Dan peralatan yang digunakan antara lain: seperangkat peralatan gelas, timbangan digital PGW 2502i, logam penjepit, oven merk memmert, jangka sorong merk metric, kertas amplas merk kinik cc-1500-cw, gergaji besi, *galvanostat*, mikroskop optik trinokuler, hot plate magnetic strirer C-MAG HS 7, dan *rotary evaporator*.

Prosedur Penelitian

Persiapan sampel baja

Untuk pengujian weight loss digunakan baja St-37 dengan diameter 3 cm dipotong dengan ketebalan 0,2, sedangkan untuk metode potensiodinamik sampel baja dibentuk menjadi jarum dengan diameter 1 mm dan panjang 10 cm. Kemudian permukaan baja dihaluskan dengan amplas besi sampai halus, lalu dibilas dengan aquades dan dicelupkan ke dalam aseton untuk menghilangkan lemak yang menempel pada permukaannya. Selanjutnya baja dikeringkan di dalam oven dengan suhu 40°C selama 15 menit, setelah kering dilakukan penimbangan untuk mengetahui massa awal baja.

Persiapan bahan inhibitor

Daun teh segar sebanyak 3,5 kg dikering anginkan dalam suhu kamar selama 20 hari. Setelah kering, diperoleh 1,0 kg. Daun teh kering tersebut dihaluskan dengan blender, kemudian diekstrak dengan etanol

secara maserasi. Hasil perendaman selanjutnya disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh dari proses tersebut diuapkan dengan menggunakan vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 60 °C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

Persiapan medium korosif

Medium korosif yang digunakan adalah HCl 3 % dan NaCl 3 %. Medium korosif tersebut dibuat dengan metode pengenceran yaitu 3 ml larutan HCl dicampurkan dengan 97 ml aquabides serta 3 gram NaCl dicampurkan dengan 97 ml aquabides.

Penentuan Laju Korosi Baja

Sampel baja dengan diameter 3 cm yang sudah dibersihkan dan larutan medium korosif HCl dan NaCl 3% yang tanpa dan telah ditambahkan inhibitor dengan komposisinya dapat dilihat pada Tabel 1. Sampel baja yang sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam masing-masing ke dalam medium korosif selama 4 hari (92 jam) pada temperatur kamar

Tabel.1 Komposisi Inhibitor dengan Berbagai Variasi

No	Massa Inhibitor Daun Teh (ml)	Larutan Korosif (ml)	% Larutan Inhibitor
1	0	100	0
2	1	99	1
3	2	98	2
4	3	97	3
5	4	96	4
6	5	95	5
7	6	94	6
8	7	93	7
9	8	92	8
10	9	91	9
11	10	90	10

Setelah waktu korosi tercapai, dilakukan pencucian sampel baja dengan aquades lalu dicelupkan ke dalam aseton, kemudian dikeringkan selama 15 menit pada suhu 40 °C dan ditimbang sebagai massa akhir. Massa yang hilang ini digunakan untuk menghitung efisiensi inhibisi menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Efisiensi inhibisi} = \frac{Cr_a - Cr_b}{Cr_a} \times 100 \% \quad (1)$$

dimana:

Cr_a = laju korosi tanpa penambahan ekstrak daun teh.

Cr_b = laju korosi dengan penambahan ekstrak daun teh.

Selanjutnya dilakukan analisis laju korosi menggunakan metode potensiodinamik menggunakan baja yang berbentuk jarum. Skema kerja potensiodinamik, menggunakan tiga elektroda yaitunya, elektroda

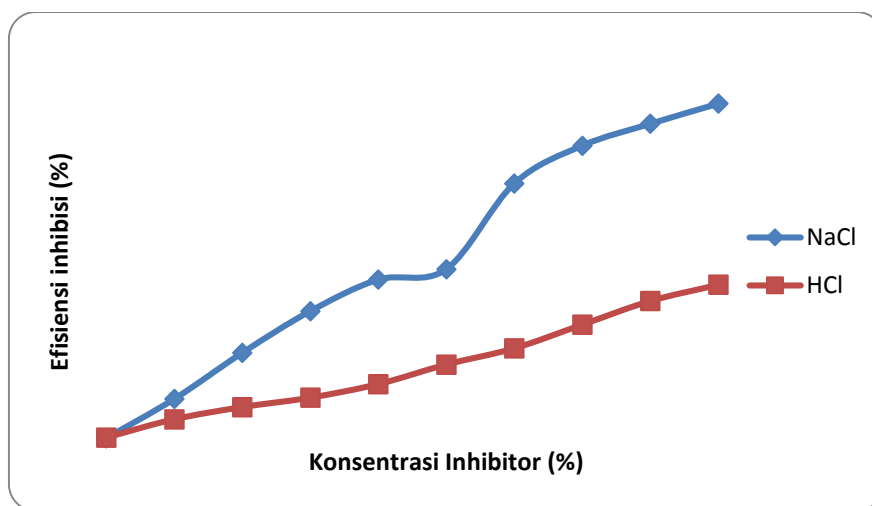
kerja (WE), elektroda referensi (REF) dan elektroda bantu (AUX). Dari analisis metode potensiodinamik nantinya akan didapatkan kurva Tafel untuk menentukan karakteristik sampel. Dari pengukuran ini didapatkan kerapatan arus korosi (I_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}). Proses akhir dari penelitian adalah melakukan pemotretan morfologi permukaan baja menggunakan mikroskop optik trinokuler dengan perbesaran 100 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Laju Korosi Laju Korosi

Pengujian laju korosi dalam larutan korosif asam klorida (HCl) dan natrium klorida (NaCl) 3% dengan waktu perendaman selama empat hari, terlihat adanya perbedaan antara sampel baja yang ditambahkan dan tanpa ditambahkan inhibitor ekstrak daun teh. Berarti pemberian inhibitor dapat mengurangi laju korosi dan dapat menaikkan nilai inhibisi. Kemampuannya untuk menginhibisi diukur dari nilai effisiensinya. Dari hasil perhitungan terlihat semakin besar konsentrasi yang ditambahkan semakin besar pula nilai efisiensi inhibisinya (Saratha *et al.*, 2010). Hubungan efisiensi inhibisi terhadap konsentrasi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 1. Berarti semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan semakin besar pula kemampuannya untuk menghambat laju korosi (Yetri. Y *et al.*, 2015). Kemampuan inhibitor menghambat laju korosi disebabkan adanya terbentuk lapisan tipis dipermukaan yang mampu menghalangi ion-ion agresif dari asam dan garam yang akan menyerang logam (Loto *et al.*, 2011)).

Dalam hal ini inhibitor berperan sebagai penghambat karena tannin yang terkandung dalam ekstrak daun teh berikatan dengan besi membentuk senyawa kompleks sehingga terbentuk proteksi yang melindungi baja dari korosi (Hermawan, 2007). Dengan bertambahnya konsentrasi tannin akan menggeser nilai laju korosi ke arah yang lebih rendah, dengan kata lain tannin berperan sebagai inhibitor anodik, dimana proses inhibisi korosi berlangsung dengan cara menekan reaksi oksidasi baja sehingga transfer elektron dapat terhambat (Trethewey, 1991).



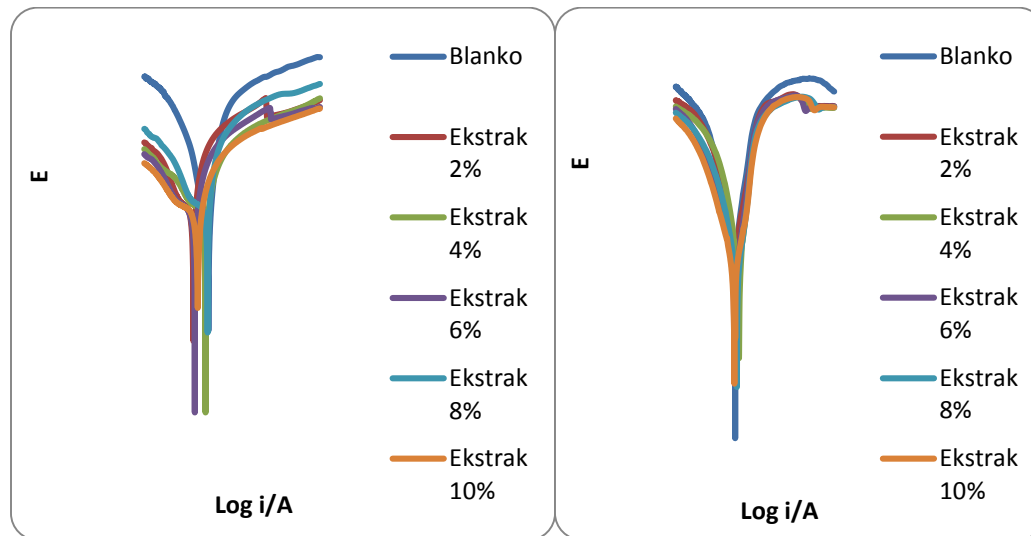
Gambar.1 Efisiensi Inhibisi korosi vs konsentrasi inhibitor dalam medium HCl 3% dan NaCl 3% selama empat hari perendaman.

Dari Gambar 1 terlihat nilai efisiensi inhibisi cenderung naik dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang diberikan, karena terjadi penghambatan oleh ekstrak daun teh terhadap serangan ion agresif yang ada dalam media korosif. Penghalangan itu semakin meningkat dengan meningkatnya derajat penutupan permukaan oleh ekstrak yang ditambahkan (Okafor et al, 2010). Pada grafik dapat terlihat bahwa

efisiensi inhibisi tertinggi terdapat pada medium korosif natrium klorida (NaCl) mencapai 92%, sedangkan pada medium korosif asam klorida (HCl) dapat mencapai 86,3%.

Analisis Laju Korosi Metode Potensiodinamik

Pengujian menggunakan metode potensiodinamik digunakan untuk mendapatkan nilai arus korosi (I_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}). Potensial korosi yang digunakan adalah -1000 mV hingga +1000 mV. Hal ini untuk mendapatkan nilai arus korosi yang maksimal antara potensial dengan log arus. Pada Tafel plot terlihat adanya pergeseran E_{korosi} ke katodik dan anodik seperti terlihat pada Gambar 2.



a

Gambar.2 Grafik Tafel pengujian potensiodinamik

- medium HCl 3%.
- medium NaCl 3%

Pada Gambar 2a dapat disimpulkan bahwa nilai laju korosi berbanding terbalik dengan besarnya penambahan inhibitor ekstrak daun teh. Dimana semakin besar konsentrasi inhibitor yang diberikan maka akan semakin kecil nilai laju korosinya. Dari grafik Tafel dapat terlihat bahwa kemampuan konsentrasi ekstrak 10% sangat baik dalam mengurangi nilai laju korosi terbukti dengan grafik yang berada pada bagian terbawah dari *blanko* (tanpa penambahan inhibitor).

Pada Gambar 2b dapat disimpulkan bahwa pengujian laju korosi dengan metode potensiodinamik dalam medium korosif natrium klorida, menunjukkan adanya penurunan nilai laju korosi, dengan menurunnya nilai arus korosi yang terdapat pada kurva Tafel. Dimana kondisi tanpa penambahan inhibitor (*blanko*) berada di atas nilai laju korosi dengan penambahan inhibitor. Dari perhitungan ekstrapolasi kurva Tafel dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai i_{corr} semakin berkurang dengan naiknya konsentrasi ekstrak daun teh yang ditambahkan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun teh mampu memperlambat laju korosi, sehingga efisiensi inhibisinya mengalami peningkatan dengan menurunnya kuat arus yang dihasilkan.

Tabel 1. Nilai i_{corr} dan E_{corr} yang diperoleh dari ekstrapolasi Tafel medium HCl dan NaCl

No	Medium Korosif Kons. Inh. (%)	HCl		NaCl	
		I_{corr} (mA)	E_{corr} (V)	I_{corr} (mA)	E_{corr} (V)

1.	Blanko	-1000	-0,40	-2000	-0,40
2.	2	-1100	-0,40	-2200	-0,40
3.	4	-1200	-0,45	-2500	-0,40
4.	6	-1300	-0,50	-2800	-0,30
5.	8	-1400	-0,50	-3000	-0,35
6.	10	-1500	-0,50	-3200	-0,30

Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Ludiana (2012) mengenai pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*) terhadap laju korosi baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* dengan medium korosif NaCl 3% dan waktu perendaman selama 3 hari dan 6 hari untuk melihat kemampuan inhibitor menghambat laju korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi yang paling besar terjadi pada konsentrasi 4 %, baik untuk perendaman 3 hari maupun 6 hari dengan efisiensi masing-masing adalah 74,32 % dan 73,41%. Berarti kemampuan ekstrak daun teh lebih baik untuk menghambat laju korosi pada baja St-37 daripada baja karbon schedule 40 Grade B ERW.

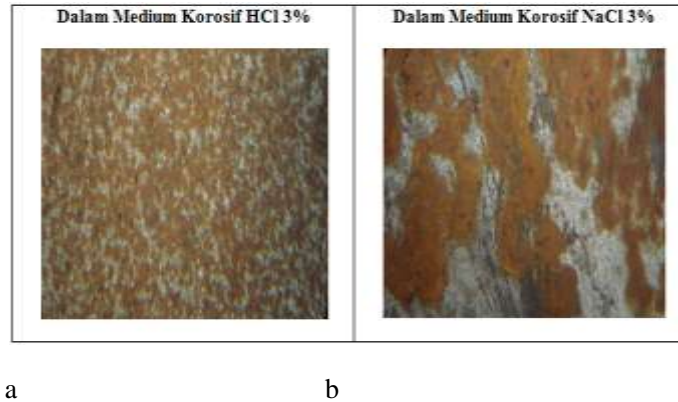
Foto Optik Morfologi Permukaan Baja

Foto struktur permukaan baja yang sudah dipoles sebelum dilakukan perlakuan diperoleh dengan menggunakan foto optik *Trinokuler* dengan perbesaran 100 kali seperti disajikan pada Gambar 3.



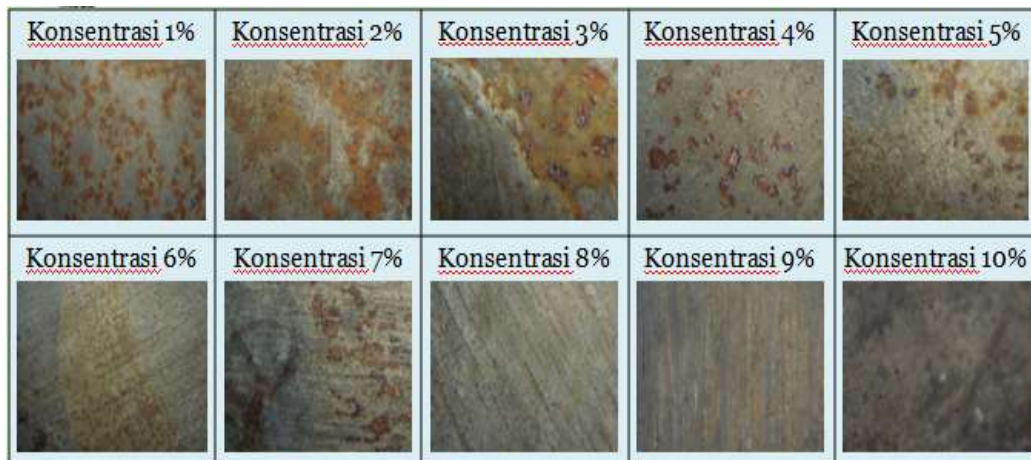
Gambar.3 Foto optik morfologi permukaan baja awal (polished) tanpa perlakuan, b dan c tanpa penambahan inhibitor

Foto morfologi permukaan dari spesimen awal dapat dilihat pada Gambar 3, dimana pada gambar tersebut terlihat adanya garis-garis halus berwarna putih yang sangat halus dan relatif tipis yang merupakan pengaruh penggerindaan dan pengamplasan pada permukaan baja St-37. Terlihat juga bahwa permukaannya masih rata, bersih, tidak berpori dan belum ada lubang-lubang. Hal ini berarti baja tersebut belum menunjukkan terjadinya reaksi korosi karena belum ada pengaruh dari lingkungan apapun dari luar seperti air, udara, asam, garam, basa maupun dari zat korosifnya.



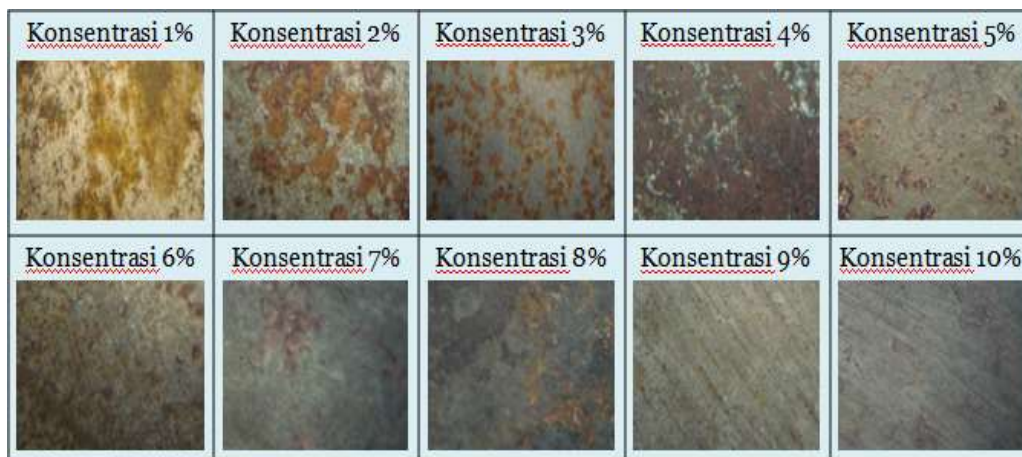
Gambar 4. Foto optik morfologi permukaan baja dalam medium korosif 3 % tanpa penambahan inhibitor, a. HCl, dan b. NaCl

Pada Gambar 4 merupakan hasil foto optik morfologi permukaan spesimen baja setelah direndam selama empat hari dalam larutan korosif HCl 3 % dan NaCl 3 % tanpa penambahan inhibitor terlihat bahwa baja mengalami proses korosi yang sangat cepat yang ditandai dengan terbentuknya karat yang berwarna coklat pada permukaan baja akibat reaksi kimia yang merata pada permukaan logam. Terlihat jelas bahwa baja tersebut telah mengalami korosi dan terjadi kerusakan pada permukaan baja. Permukaan baja terlihat mengalami perubahan struktur dan terbentuk pori dimana logam teroksidasi, sehingga dalam medium HCl dan NaCl baja akan lebih cepat berkarat.



Gambar.5 Foto optik morfologi permukaan baja dalam medium HCl dengan penambahan inhibitor pada perbesaran 100 kali.

Gambar 5 memperlihatkan pengaruh ekstrak dalam larutan HCl. Pada Gambar 5 tersebut terlihat adanya perbedaan yang cukup signifikan yang terjadi pada permukaan baja akibat reaksi yang terjadi pada larutan korosif asam klorida. Dengan kenaikan penambahan inhibitor yang diberikan terlihat penurunan serangan laju korosi, dimana semakin besar konsentrasi inhibitor yang ditambahkan ke dalam larutan HCl laju korosi juga semakin menurun.



Gambar.6 Foto optik morfologi permukaan baja dalam medium NaCl dengan penambahan inhibitor pada perbesaran 100 kali.

Sedangkan Gambar 6 memperlihatkan kondisi sampel dalam larutan NaCl 3 %, bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor ekstrak daun teh yang digunakan maka kerusakan yang terjadi pada permukaan baja juga semakin berkurang. Hal ini ditandai dengan melihat hasil foto optik perbesaran 100 kali, terlihat bahwa karat yang terbentuk semakin berkurang dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang digunakan. Inhibitor mampu membentuk lapisan yang dapat menghalangi serangan ion-ion agresif seperti asam dan garam, sehingga permukaan baja menjadi terlindungi dan terproteksi yang menyebabkan proses korosi berlangsung lebih lambat (Yetri. *Yet et al.*, 2015 dan Raja *et al.*, 2008) .

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap pengujian korosi pada baja St-37 yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun teh sangat baik digunakan sebagai inhibitor. Terbukti dari pengujian dengan perendaman selama empat hari didapatkan penurunan nilai laju korosi seiring dengan kenaikan konsentrasi inhibitor yang diberikan baik pada medium asam klorida 3 % maupun natrium klorida 3%. Terjadi kenaikan nilai efisiensi inhibisi seiring dengan penambahan ekstrak daun teh dari 1 % hingga 10 %. Dan dari analisis potensiodinamik memperlihatkan adanya penurunan nilai laju korosi setelah adanya penambahan inhibitor ekstrak daun teh terbukti dengan ekstrapolasi Tafel didapatkan penurunan nilai arus korosi (I_{corr}). Foto morfologi permukaan dengan Foto optik *Trinokuler* terlihat jelas pengurangan laju korosi setelah ditambahkan inhibitor ekstrak daun teh dalam medium HCl dan NaCl.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Laboratorium Material Jurusan Fisika dan Laboratorium Elektro/Foto Kimia Jurusan Kimia Universitas Andalas Padang yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidil, E., and A. M. Shams El Din, **1972**, Corrosion inhibition by naturally occurring substances-I, The effect of *Hibiscus subdariffa* (karkade) extract on the dissolution of Al and Zn, Corrosion Science, vol. 12, no. 12, pp. 897–904.
- Ferdany, A., **2010**, tannin. [Http:// en. Wikipedia. Org/wiki/tannin](http://en.wikipedia.org/wiki/tannin). [diakses tanggal 20 Januari 2013 jam 15.00 WIB].
- Haryati, **2008**, Potensi dan Peluang Tanaman Obat, Jakarta: Erlangga.

- Haryono,G., Sugiarto, B., dkk, **2010**, Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN Veteran: Yogyakarta.
- Hermawan, B., **2007**, Ekstrak Bahan Alami sebagai Inhibitor korosi. http://www.chem-is-try.org/author/Beni_Hermawan.com. [diakses tanggal 30 Desember **2012**, jam 22.00 WIB].
- Ludiana, Y. **2012**, Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia sinensis*) Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW. Jurnal Fisika Volume 1 No.1, Unand: Padang.
- Nathan, C.C. **1977**, Corrosion Inhibitors, Houston, National Association of Corrosion Engineers.
- Trethewey, K.R., and Chamberlein, J., **1991**, Korosi, untuk Mahasiswa Sains dan Rekeyasa, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Eddy, N. O., Awe, F., and Ebenso, E. E., **2010**, Adsorption and Inhibitive Properties of Ethanol Extracts of Leaves of *Solanum ,melongena* for the Corrosion of Mild Steel in 0,1 M HCl, Int. J. Electrochem. Sci.No. 5, pp. 1996-2011.
- Loto, C. A., Loto, R.T., and Popoola, A.P.I., **2011**, Inhibition Effect of Extracts of *Carica papaya* and *Camellia sinensis* Leaves on the Corrosion of Duplex ($\alpha \beta$) Brass in 1M Nitric acid, .J. Electrochem. Sci, No. 6, pp. 4900-4914.
- Okafor, Peter, C., Ebenso E. E., and Udofot, J., **2010**, *Azadirachta indica* Extracts as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acid Medium. Int. J. Electrochem.Sci, No. 5, pp. 978-993.
- Singh, A., Singh, V.K., and Quraish, M.A., **2010**, Aqueous Extract of Kalmegh (*Andrographis paniculata*) Leaves as Green Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution, International journal of Corrosion, pp. 1-10.
- Saratha, R., Priya, S.V.,and Thilagavathy P., **2009**, Investigation of *Citrus aurantiifolia* Leaves Extract as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 1 M HCl, E-Journal of Chemistry. Vol. 6, No. 3, pp. 785-795.
- Gunavathy, N. and Murugavel, S.C., **2012**, Corrosion Inhibition Studies of Mild Steel in Acid Medium Using *Musa Acuminata* Fruit Peels Extract,E-Journal of Chemistry,Vol. 9, No. 1, pp. 487-495.
- Sastri. V. S. , **2011**, Green Corrosion Inhibitor Theory and Practice, John Wiley & Sons, Inc. Publication,1st edition, Canada, pp.103-212.
- Raja, PB, Sethuraman, MG, **2008**, Inhibitive effect of black pepper extract on the sulphuric acid corrosion of mild steel. Mater. Lett., 62, 2977–2979.
- Yuli Yetri, Emriadi, Novesar J and Gunawarman, **2015**, Corrosion inhibitor of mild steel

by polar extract of *Theobroma cacao* peels in hydrochloric acid solution, Asian Journal of Chemistry, 27 (3), 875-881.