

PENGARUH KONSENTRASI INHIBITOR EKSTRAK DAUN KAKAO (*Theobroma cacao*) TERHADAP LAJU KOROSI BAJA HARDOX 450

Anike Malfinora¹, Sri Handani¹, Yuli Yetri²

¹Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Andalas, Padang

²Politeknik Negeri Padang

e-mail: anikemalfinora@yahoo.co.id, shandani69@yahoo.com, yuliyetrietri@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan serangkaian uji korosi dan analisis struktur mikro terhadap baja Hardox 450. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan medium korosif H₂SO₄ 3% dan Na₂SO₄ 3%. Metode yang digunakan adalah metode *weight loss* untuk pengukuran laju korosi dan metode potensiodinamik untuk melihat nilai arus korosi beserta potensial korosi. Baja direndam di dalam medium korosif dengan penambahan dan tanpa penambahan inhibitor. Variasi konsentrasi inhibitor yang digunakan adalah dari 1% hingga 10% dengan lama perendaman lima hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari variasi konsentrasi yang diberikan laju korosi terbesar terjadi pada baja tanpa penambahan inhibitor, sedangkan laju korosi berkurang dengan penambahan inhibitor, terlihat dari kurva Tafel yang menunjukkan penurunan I_{korosi} . Semakin besar konsentrasi inhibitor yang ditambahkan maka nilai laju korosi akan semakin menurun dan nilai efisiensi inhibisi korosi semakin tinggi. Nilai efisiensi terbesar didapatkan pada penambahan konsentrasi inhibitor 10%, untuk medium korosif H₂SO₄ mencapai 63,89% dan untuk medium Na₂SO₄ mencapai 56,61%. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak daun kakao efisien dalam mengendalikan laju korosi dalam medium H₂SO₄ dan Na₂SO₄. Dari analisis foto optik morfologi permukaan baja Hardox 450 memperlihatkan permukaan baja dengan penambahan ekstrak daun kakao mengalami korosi lebih sedikit.

Kata kunci : laju korosi, inhibitor, efisiensi, *weight loss*, potensiodinamik

ABSTRACT

The corrosion test and microstructure analysis of Hardox 450 steel have been done. This research was performed using H₂SO₄ 3% and Na₂SO₄ 3% corrosive mediums. The method used were weight loss for measuring the corrosion rate and potentiodynamic method to see the value of corrosion current and corrosion potential. Steel immersed in the corrosive medium with the addition and without addition of inhibitors. Concentration variation of inhibitor used was from 1% to 10% with five days immersion time. The result based from concentration variation was used showed that the corrosion rate occurred in the steel without the addition of inhibitors, whereas the corrosion rate decreases with the addition of inhibitors, by the Tafel curves showed a decreases I_{cor} . The greater concentration of the inhibitor is added then the value of corrosion rate will lower and corrosion inhibition efficiency will increase. Greatest efficiency values both for medium corrosive obtained at inhibitor concentration 10%, 63,89% in H₂SO₄ and 56,61% in Na₂SO₄. It shows that the cocoa leaf extract inhibitor is efficient in controlling corrosion rate in H₂SO₄ and Na₂SO₄ medium corrosive. From the optical photograph analysed on the surface morphology of Hardox 450 steel showed that the addition of cocoa leaves extract suffered less corrosion.

Keywords: corrosion rate, inhibitor, efficiency, weight loss, potentiodynamic

I. PENDAHULUAN

Korosi didefinisikan sebagai kerusakan atau kemunduran sifat-sifat yang dimiliki material karena bereaksi dengan lingkungan di sekitarnya (Fontana, 1987). Korosi tidak dapat dihentikan, namun dapat dikurangi dengan berbagai cara. Salah satu cara untuk mengurangi laju korosi adalah dengan penggunaan inhibitor. Inhibitor korosi merupakan zat kimia yang ketika ditambahkan dalam konsentrasi kecil ke suatu lingkungan dapat memperlambat terjadinya korosi (Roberge, 2000). Sejauh 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 dapat dibedakan menjadi inhibitor organik dan inhibitor anorganik (Aidil, 1972). 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). Tanin dapat meningkatkan pembentukan film diatas permukaan logam sehingga dapat membantu dalam proses inhibisi korosi (Okafor dkk, 2008). Proses inhibisi dari tanin dikaitkan kepada pembentukan lapisan pasif dari permukaan logam. Tanin memiliki gugus fenolik yang memiliki kemampuan untuk membentuk garam *tanninate* dengan ion *ferric*, proses inhibisi korosi dari tanin dapat disebabkan oleh pembentukan jaringan dari garam *ferric tanninate* yang melindungi permukaan logam (Nahle dkk, 2010). Salah satu jenis tumbuhan yang mengandung tanin adalah daun kakao (*Theobroma cacao*).

Pada penelitian sebelumnya oleh Hermawan, dkk (2012), telah digunakan kulit buah kakao untuk mengurangi laju korosi. Medium yang digunakan adalah air laut, air hujan, dan asam sulfat 1 M dengan lama perendaman 120 jam, sedangkan variasi konsentrasi yang diberikan adalah 600, 800, dan 1000 ppm. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi inhibisi tertinggi terjadi pada medium korosif air hujan dengan konsentrasi inhibitor 600 ppm yaitu sebesar 93,06%.

Ludiana (2012) juga telah melakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*) terhadap laju korosi baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* dengan menggunakan medium korosif NaCl 3%, lama perendaman yang dilakukan adalah 3 hari dan 6 hari dengan variasi konsentrasi yang diberikan adalah 1% sampai dengan 5%. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa efisiensi inhibisi tertinggi didapatkan pada saat pemberian konsentrasi inhibitor 4% pada perendaman 3 hari maupun 6 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju korosi baja Hardox 450 dalam medium asam sulfat (H_2SO_4) 3% dan natrium sulfat (Na_2SO_4) 3% yang ditambahkan dan tanpa ditambahkan inhibitor ekstrak daun kakao dengan konsentrasi 1% sampai dengan 10% dan waktu perendaman 120 jam, untuk menentukan nilai efisiensi inhibisi ekstrak daun kakao serta menentukan nilai arus korosi dan potensial korosi dengan metode potensiodinamik.

II. METODE

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Hot plate magnetic stirer* C-MAG HS 7, timbangan digital PGW 2502i, logam penjepit, oven dengan merk memmert, jangka sorong dengan merk metric, kertas amplas dengan merk kinik cc-1500-cw, *galvanostat*, mikroskop optik trinokuler, *rotary evaporator*, dan botol besar ukuran 2,5 liter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja Hardox 450, daun kakao (*Theobroma cacao*), asam sulfat (H_2SO_4) dan natrium sulfat (Na_2SO_4) sebagai medium korosif, etanol, aquabides, dan aseton.

2.1 Prosedur Penelitian

2.1.1 Persiapan Bahan Uji

Persiapan bahan uji dilakukan dengan tiga cara yaitu pertama persiapan sampel baja dimana baja Hardox 450 dipotong dengan panjang dan lebar 2 cm dan ketebalan 8 mm yang digunakan sebagai sampel pengujian untuk menentukan laju korosi. Baja Hardox 450 juga dibentuk menjadi jarum dengan diameter 1 mm dan panjang 10 cm untuk pengujian arus korosi dengan metode potensiodinamik. Kemudian permukaan baja dihaluskan dengan menggunakan amplas besi lalu dibilas dengan aquabides dan dicelupkan ke dalam aseton untuk menghilangkan lemak yang menempel pada permukaan baja. Selanjutnya baja dikeringkan di dalam oven dengan suhu $40^{\circ}C$ selama 15 menit, setelah kering dilakukan penimbangan massa awal baja. Kedua persiapan bahan inhibitor yaitu daun kakao segar sebanyak 3000 gram dikering anginkan dalam suhu kamar selama 17 hari. Setelah kering didapatkan daun kakao kering sebanyak 1000 gram, daun kakao ini dihaluskan menggunakan blender dan diekstrak menggunakan metode maserasi. Metode maserasi dilakukan dengan memasukkan daun teh yang telah dihaluskan ke dalam wadah botol yang berisi etanol. Hasil perendaman selanjutnya disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh dari proses tersebut diuapkan dengan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm dan suhu $60^{\circ}C$ hingga menghasilkan ekstrak pekat. Dan langkah ketiga adalah persiapan medium korosif yang digunakan yaitu H_2SO_4 3% dan Na_2SO_4 3%. Medium korosif H_2SO_4 dan Na_2SO_4 ini dibuat dengan menggunakan metode pengenceran yaitu 3 mL

larutan H₂SO₄ dicampurkan dengan 97 mL aquabides serta 3 gram Na₂SO₄ dicampurkan dengan 97 mL aquabides.

2.1.2 Penentuan Laju Korosi Sampel Baja

Seluruh sampel baja dibersihkan terlebih dahulu, diambil masing-masing sebanyak 2 sampel baja yang sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam masing-masing ke dalam medium korosif H₂SO₄ 3% dan Na₂SO₄ 3% yang telah ditambahkan inhibitor selama 120 jam pada temperatur kamar dengan komposisi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Inhibitor dengan Berbagai Variasi

No	Volume Larutan Inhibitor Daun Kakao (mL)	Volume Larutan Korosif (mL)	% Volume Larutan Inhibitor
1	1	99	1
2	2	98	2
3	3	97	3
4	4	96	4
5	5	95	5
6	6	94	6
7	7	93	7
8	8	92	8
9	9	91	9
10	10	90	10

Setelah waktu korosi tercapai maka dilakukan pencucian sampel baja, yaitu dibilas dengan aquabides lalu dicelup kedalam aseton, kemudian dikeringkan selama 15 menit pada suhu 40⁰C dan ditimbang sebagai massa akhir. Massa yang hilang ini digunakan untuk menghitung efisiensi inhibisi menggunakan Persamaan 1.

$$\epsilon = \frac{(Cr_a - Cr_b)}{Cr_a} \times 100\% \tag{1}$$

dengan ϵ merupakan efisiensi inhibisi korosi, Cr_a merupakan laju korosi tanpa penambahan ekstrak daun kakao dan Cr_b merupakan laju korosi dengan penambahan ekstrak daun kakao.

Analisis laju korosi dilakukan menggunakan metode potensiodinamik menggunakan baja yang berbentuk jarum. Dalam proses analisis metode potensiodinamik didapatkan kurva Tafel untuk menentukan karakteristik sampel. Dari pengukuran ini didapatkan kerapatan arus korosi (I_{kor}) dan potensial korosi (E_{kor}). Pengujian terakhir adalah dengan menggunakan mikroskop optik *trinokuler* dengan perbesaran 100 kali untuk memotret morfologi permukaan baja.

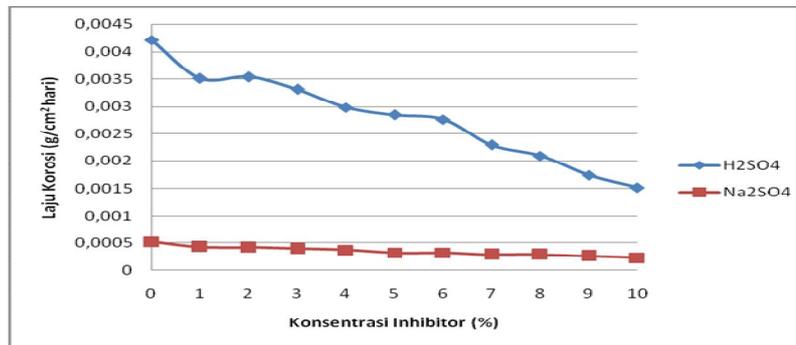
III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Laju Korosi Baja Hardox 450 Dalam Medium Korosif Asam Sulfat 3% dan Natrium Sulfat 3% dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Kakao Pada Perendaman Selama 120 Jam.

Pada pengujian laju korosi dalam larutan korosif H₂SO₄ 3% dan Na₂SO₄ 3% dengan waktu perendaman selama 120 jam memperlihatkan adanya perbedaan antara sampel baja yang ditambahkan dan tanpa ditambahkan inhibitor ekstrak daun kakao. Pada berbagai variasi konsentrasi inhibitor yang diberikan terlihat adanya indikasi pengurangan laju korosi setelah ditambahkan laju korosi seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 terlihat adanya penurunan laju korosi seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun kakao yang diberikan. Hal ini terjadi karena inhibitor berperan sebagai penghambat laju korosi karena adanya tanin yang terkandung dalam ekstrak dau kakao, dimana tanin memiliki gugus fenolik yang memiliki kemampuan untuk membentuk garam *tanninate* dengan ion *ferric*. Proses inhibisi korosi dari tanin dapat disebabkan oleh

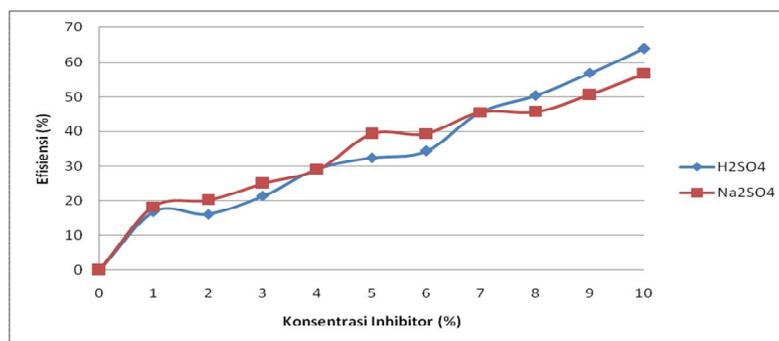
pembentukan jaringan dari garam *ferric tanninate* yang melindungi permukaan logam (Nahle et al, 2010).



Gambar 1 Grafik pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi baja Hardox 450 dalam medium korosif H₂SO₄ 3% dan Na₂SO₄ 3% dengan dan tanpa penambahan inhibitor ekstrak daun kakao pada perendaman selama 120 jam

Dari kedua medium yang digunakan, didapatkan laju korosi pada medium asam lebih besar daripada pada medium garam. Hal ini diakibatkan pada kondisi asam, banyaknya ion H⁺ memicu terjadinya reaksi reduksi yang berlangsung sehingga pembentukan hidrogen semakin besar yang menyebabkan lebih banyak logam besi yang teroksidasi dan menghasilkan karat.

3.2 Efisiensi Inhibisi Korosi



Gambar 2 Grafik pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibisi korosi baja Hardox 450 dalam medium korosif H₂SO₄ 3% dan Na₂SO₄ 3% pada perendaman selama 120 jam

Pemberian inhibitor akan mengurangi laju korosi dan dapat menaikkan nilai inhibisi. Kemampuan untuk menginhibisi diukur dari efisiensinya. Nilai efisiensi bergantung pada konsentrasi inhibitor yang digunakan. Hubungan efisiensi inhibisi terhadap konsentrasi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 2.

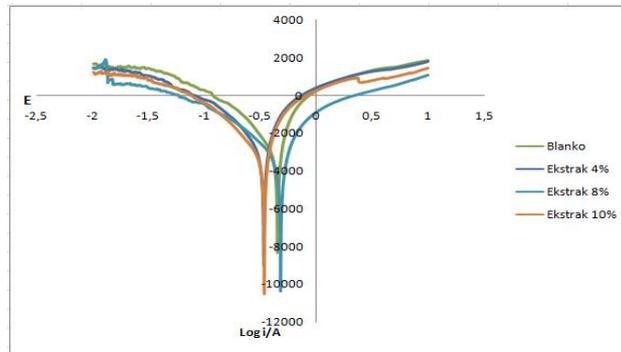
Dari Gambar 2 terlihat bahwa nilai efisiensi inhibisi ekstrak daun kakao terhadap korosi baja Hardox 450 cenderung semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor ekstrak daun kakao yang diberikan. Dimana efisiensi tertinggi untuk medium H₂SO₄ adalah sebesar 63,89% dan untuk medium Na₂SO₄ adalah sebesar 56,61%. Efisiensi tertinggi pada kedua medium terjadi pada saat pemberian konsentrasi inhibitor sebesar 10%.

3.3 Analisis Laju Korosi Metode Potensiodinamik

3.3.1 Analisis Laju Korosi Metode Potensiodinamik Dalam Medium Korosif Asam Sulfat 3% Dengan Penambahan dan Tanpa Penambahan Inhibitor

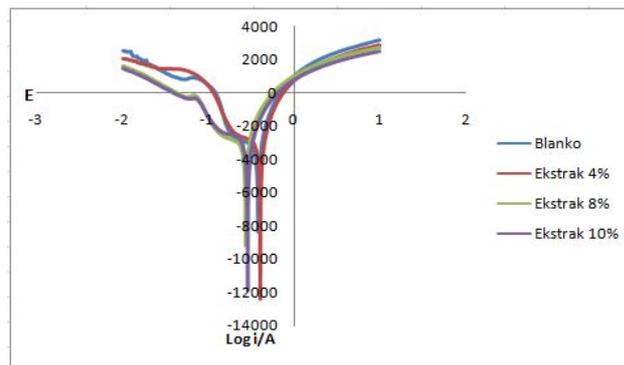
Melalui pengujian menggunakan metode potensiodinamik akan didapatkan arus korosi beserta potensial korosi. Dari Gambar 3 terlihat adanya pergeseran arus korosi ke arah yang lebih negatif, artinya dengan adanya penambahan inhibitor maka arus korosi yang mengalir menjadi semakin kecil sehingga laju korosi yang terjadi juga semakin menurun. Arus korosi terendah terjadi saat pemberian konsentrasi inhibitor sebesar 8%. Sedangkan potensial korosi

terlihat semakin meningkat seiring penambahan konsentrasi inhibitor yang diberikan. Kenaikan harga potensial korosi setelah ditambahkan inhibitor memperlihatkan bahwa inhibitor memberi perlindungan kepada anoda dengan membentuk lapisan tipis yang menghambat aliran elektron dari anoda ke katoda, terhambatnya aliran elektron akan membuat reaksi oksidasi pada katoda menjadi berkurang sehingga proses pembentukan karat juga menjadi berkurang.



Gambar 3 Grafik Tafel pengujian potensiodinamik dalam medium H₂SO₄ 3%

3.3.2 Analisis Laju Korosi Metode Potensiodinamik Dalam Medium Korosif Natrium Sulfat 3% Dengan Penambahan dan Tanpa Penambahan Inhibitor

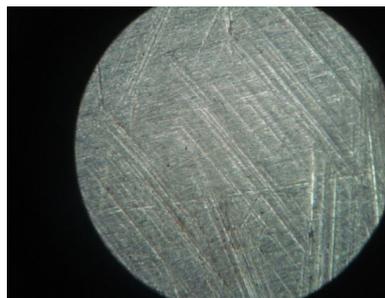


Gambar 4 Grafik Tafel pengujian potensiodinamik dalam medium Na₂SO₄ 3%

Dari Gambar 4 terlihat bahwa arus korosi semakin berkurang seiring dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor yang diberikan, dimana arus korosi terendah terjadi ketika pemberian konsentrasi inhibitor sebesar 10%. Sedangkan potensial korosi terlihat semakin bertambah seiring penambahan konsentrasi inhibitor yang diberikan. Hal ini menyatakan inhibitor ekstrak daun kakao efektif dalam menurunkan serangan korosi pada baja Hardox 450 dalam medium Na₂SO₄ 3%.

3.4 Foto Optik Morfologi Permukaan Baja

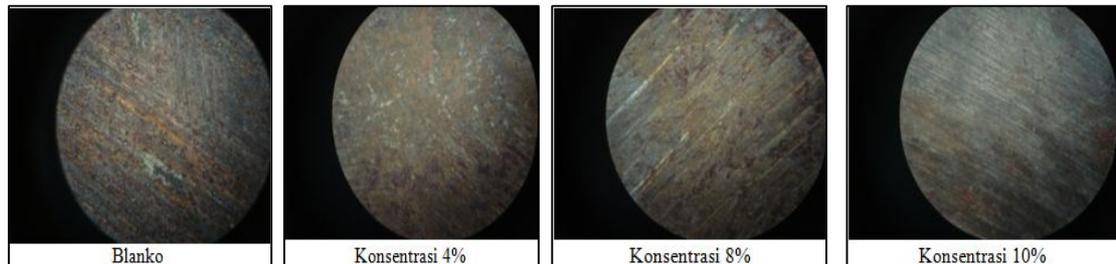
3.4.1 Foto struktur permukaan sampel diperoleh dengan menggunakan mikroskop optik Trinnokuler dengan perbesaran 100 kali. Foto Morfologi Permukaan Spesimen Awal



Gambar 5 Foto morfologi permukaan spesimen awal

Foto morfologi permukaan spesimen awal dapat dilihat pada Gambar 5, dimana pada gambar terlihat permukaan spesimen masih bersih dan belum menunjukkan adanya terjadi reaksi korosi.

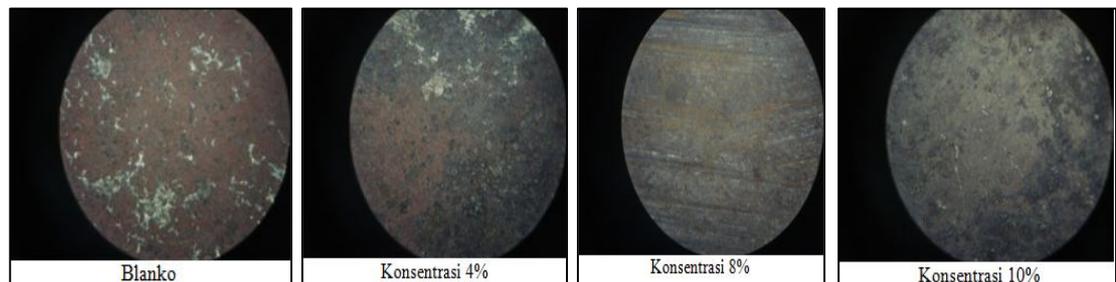
3.4.2 Foto Morfologi Permukaan Baja Setelah Direndam Selama 120 Jam Dalam Medium Asam Sulfat 3%



Gambar 6 Foto optik morfologi permukaan baja dalam medium H_2SO_4 3% dengan dan tanpa penambahan inhibitor

Dari Gambar 6 terlihat adanya perbedaan morfologi permukaan baja pada baja yang ditambahkan dan tanpa penambahan inhibitor. Dengan penambahan inhibitor terlihat adanya penurunan serangan korosi, ditandai dengan semakin berkurangnya karat yang dihasilkan pada permukaan baja tersebut. Hal ini dikarenakan inhibitor mampu membentuk lapisan tipis yang melindungi permukaan baja dari serangan korosi.

3.4.3 Foto Morfologi Permukaan Baja setelah Direndam Selama 120 Jam Dalam Medium Natrium Sulfat 3%



Gambar 7 Foto optik morfologi permukaan baja dalam medium Na_2SO_4 3% dengan dan tanpa penambahan inhibitor

Gambar 7 memperlihatkan bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor ekstrak daun kakao yang digunakan maka korosi yang terjadi pada baja semakin berkurang. Hal ini ditandai dengan hasil foto optik yang menunjukkan pembentukan karat yang semakin berkurang seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang diberikan. Hal ini memperlihatkan bahwa inhibitor ekstrak daun kakao efektif dalam menurunkan laju korosi pada baja Hardox 450.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengujian korosi pada baja Hardox 450 dengan menggunakan medium H_2SO_4 3% dan Na_2SO_4 3% yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa ekstrak daun kakao dapat digunakan sebagai inhibitor korosi baja Hardox 450. Berdasarkan metode *weight loss* dengan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun kakao yang diberikan 1% sampai dengan 10%, nilai efisiensi inhibisi tertinggi pada medium H_2SO_4 3% terjadi saat pemberian konsentrasi inhibitor sebesar 10% yaitu 63,89%. Sedangkan pada medium Na_2SO_4 3% efisiensi inhibisi tertinggi juga terjadi saat pemberian inhibitor ekstrak daun kakao dengan konsentrasi sebesar 10% yaitu 56,61%. Analisis potensiodinamik memperlihatkan adanya penurunan nilai laju korosi setelah adanya penambahan inhibitor ekstrak daun kakao. Foto morfologi permukaan dengan foto optik *Trinokuler* perbesaran 100 kali memperlihatkan adanya perubahan morfologi

permukaan baja yang ditambahkan dan tanpa ditambahkan inhibitor ekstrak daun kakao, dimana karat yang terbentuk semakin berkurang seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun kakao yang diberikan.

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.
- Fontana, M. G., 1987, *Corrosion Engineering*, 3rd ed, Mc. Graw Hil Book Company, New York
- Haryati, 2008, *Potensi dan peluang Tanaman Obat*, Jakarta : Erlangga
- 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)
- Hermawan, Sri, dkk, 2012, *Penentuan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao)*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Volume 1 No. 2, USU: Medan.
- Ludiana, Yona, 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
- Nahle, A., et al, 2010, *UAE Neem Extract as a Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in HCL Solution*, Hibdawi Publishing Corporation.
- Okafor, P. C., et al, 2008, *Inhibitory Action of Phyllanthus amarus Extract On The Corrosion of Mild Steel in Acidic Media*, *Corrosion Science*, 50, 2310-2317.
- Roberge, Pierre R., 2000, *Hand Book of Corrosion Engineering*, Mc. Graw Hil, New York.