

Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja AISI 4140 dalam Medium Air Laut

Rozanna Sri Irianty dan Khairat

Laboratorium Konversi dan Elektrokimia
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya JL.HR Subrantas Km.12,5 Panam Pekanbaru, 28293
Email: rozannasriirianty@ymail.com

Abstract

One of the inhibitors are derived from natural papaya extract. The utilization of natural products extracts as corrosion inhibitors for corrosion inhibitors chemical synthesis of the most dangerous, expensive and environmentally unfriendly. This study aims to determine the value of the corrosion rate of the steel using inhibitors of papaya leaf extract and compare the corrosion rate between using inhibitors and without inhibitors on steel in seawater as a corrosion media, as well as determine the inhibition efficiency. Methods of testing performed in this study, the method of losing weight by using a variation of the longer soaking time (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, and 40 days). Percent yield of papaya extract obtained in the amount of 10.612%. The results showed that the effect of soaking time on the corrosion rate, which by using inhibitors of corrosion rate is slower than without inhibitor. Greatest value of the corrosion rate by using the inhibitor at 4 days of soaking $28,4 \cdot 10^{-6}$ gram/mm².day and lowest value of the corrosion rate of $6,8 \cdot 10^{-6}$ gram/mm².day on soaking of 36 days, while the biggest value of the corrosion rate with without inhibitor that is equal $31,1 \cdot 10^{-6}$ gram/mm².day on soaking 4 days and the lowest value of the corrosion rate on soaking $8,5 \cdot 10^{-6}$ gram/mm². at 40 days. Inhibition efficiency increases with increased soaking time and achieve optimum value of inhibition efficiency of 21.59% at 36 days immersion.

Keywords: *corrosion inhibitor, maceration, natural extract ingredients (papaya), the rate of corrosion*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi, pertumbuhan ekonomi, dan pembangunan dari tahun ke tahun mengakibatkan meningkatnya penggunaan berbagai logam, seperti baja, besi, aluminium, perak, dan lain-lain. Logam-logam tersebut digunakan diberbagai industri baik sebagai komponen utama maupun komponen tambahan, akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari banyak faktor yang menyebabkan daya guna logam ini menurun. Salah satu penyebab hal tersebut adalah terjadinya korosi/pengkaratan pada logam.

Korosi merupakan penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu logam menjadi rapuh, kasar, dan mudah hancur. Proses terjadinya korosi pada logam tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan

atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses perusakannya, salah satu diantaranya adalah dengan pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Hermawan, 2010).

Inhibitor korosi adalah suatu bahan kimia yang apabila ditambahkan dalam konsentrasi yang kecil/sedikit ke suatu lingkungan korosif akan sangat efektif menurunkan laju korosi (Ilim, 2008). Inhibitor korosi umumnya berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik. Senyawa anorganik yang digunakan seperti nitrit, kromat, fosfat, dan urea. Senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang berbahaya, mahal, tidak ramah lingkungan, karena sifat racunnya dapat menyebabkan kerusakan sementara atau

permanen pada sistem organ tubuh makhluk hidup seperti gangguan pada ginjal, hati dan juga sistem enzim. Sedangkan senyawa organik yang digunakan adalah senyawa yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom lain yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga mampu membentuk senyawa kompleks dengan logam. Syarat-syarat inhibitor korosi yang baik harus murah, tidak beracun, aman bagi lingkungan, dan tersedia di alam (Hermawan, 2007).

Salah satu penggunaan inhibitor yang digunakan untuk mengatasi masalah korosi yang terjadi pada logam adalah dengan mengekstrak daun pepaya sebagai salah satu bahan organik yang berpotensi sebagai inhibitor korosi. Ekstrak daun pepaya mengandung gugus asam amino ($-NH_2$) dalam molekulnya yang berfungsi sebagai donor elektron sehingga dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe pada permukaan besi, yang dapat berfungsi sebagai pelindung dari reaksi korosi (Hasan, 2011). Disamping itu, mengingat daun pepaya mudah didapatkan, harganya murah dan ramah lingkungan. Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi daun pepaya menggunakan pelarut etanol-air (1:3), membandingkan laju korosi antara menggunakan dan tanpa inhibitor pada baja dengan air laut sebagai media korosif, serta menghitung keefektifan inhibitor organik dari ekstrak daun pepaya berdasarkan tingkat penurunan laju korosinya terhadap logam.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah daun pepaya, HCl 1 M, natrium karbonat (Na_2CO_3) 0,1M, etanol 96%, aquades dan ninhidrin 2%.

Peralatan yang digunakan adalah labu takar 1000 ml, beaker glass 5000 ml, baja AISI 4140, blender, ayakan 40 mesh, penangas air, gelas ukur, cawan petri, aerator, selang, desikator, vacuum rotary evaporator, aluminium foil, corong, kertas saring, pipet tetes, oven, neraca analitik dan gelas (tempat sampel).

2.2. Prosedur kerja

Persiapan Bahan Baku

Daun pepaya segar dicuci dengan air mengalir sampai bersih kemudian ditiriskan. Daun yang sudah ditiriskan dipotong kecil-kecil dan dikering anginkan. Setelah daun pepaya kering kemudian diblender hingga halus kemudian diayak menggunakan saringan ukuran 40 mesh hingga diperoleh bubuk daun pepaya.

Persiapan Sampel Baja

Sampel logam besi yang digunakan adalah baja AISI 4140 berbentuk silinder dengan ketebalan 6,1 mm dan berdiameter 36,7 mm sebanyak 20 buah sampel. Permukaan baja direndam dalam larutan HCl 1M dan natrium karbonat 0,1 M dan aquades. Selanjutnya, baja dikeringkan dalam oven pada suhu $60^\circ C$ selama 20 menit. Lalu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_0).

Penimbangan dilakukan berulang kali sampai diperoleh berat konstan.

Ekstraksi Daun Pepaya

Prosedur ekstraksi daun pepaya menjadi inhibitor korosi ini mengikuti prosedur yang telah dikembangkan oleh Ornella (2012) dan Muhammad Abduh (2012) antara lain :

1. Bubuk daun pepaya ditimbang sebanyak 200 gram. Kemudian, direndam dengan menggunakan pelarut etanol-air (1:3) sebanyak 3000 ml aduk hingga homogen dan disimpan dalam ruangan yang terhindar dari cahaya matahari selama 7 hari.
2. Lalu, hasil rendaman tersebut disaring menggunakan kertas saring.
3. Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan vacuum rotary evaporator pada kisaran temperatur $40-60^\circ C$ sampai diperoleh ekstrak daun pepaya pekat. Ekstrak pekat yang diperoleh ditimbang untuk mendapatkan nilai rendemennya.
4. Penguapan dilanjutkan kembali menggunakan oven sampai diperoleh ekstrak kering.
5. Dilakukan analisa kualitatif asam amino

Pembuatan Larutan Inhibitor

Dibuat larutan inhibitor 200 ppm ekstrak daun pepaya dengan pelarut aquadest. Larutan tersebut dibuat dengan cara melarutkan 0,2 gram ekstrak daun pepaya dengan aquadest dalam labu takar 1000 ml sampai tanda batas.

Pengujian Perendaman tanpa Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya

Disediakan 10 buah wadah pengujian yang telah diberi label, kemudian masing-masing wadah diisi dengan air laut sebanyak 250 ml dan dipasang aerator selama proses perendaman logam. Selanjutnya, plat baja yang sudah disiapkan dimasukkan kedalam wadah masing-masing secara bersama-sama dan setiap masing-masing sampel baja uji diambil pada hari ke 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, dan 40 untuk menghitung kehilangan beratnya. Setelah percobaan berjalan selama waktu yang ditetapkan, baja diangkat, dicuci dengan HCl, dan aquades, kemudian keringkan didalam oven (± 20 menit), lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_f) untuk mengetahui berat baja yang berkurang.

Pengujian Perendaman dengan Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya

Disediakan 10 buah wadah pengujian yang telah diberi label kemudian diisi masing-masing wadah dengan air laut sebanyak 240 ml dan dipasang aerator selama proses perendaman logam. Masing-masing wadah ditambah dengan larutan inhibitor sebanyak 10 ml dengan konsentrasi 200 ppm. Selanjutnya, plat baja yang sudah disiapkan dimasukkan kedalam wadah masing-masing secara bersamaan dan setiap masing-masing sampel baja uji diambil pada hari ke 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 untuk menghitung kehilangan beratnya. Setelah percobaan berjalan selama waktu yang ditetapkan, baja diangkat,

dicuci dengan HCl, natrium karbonat, dan aquades, kemudian keringkan didalam oven (± 20 menit), lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_f) untuk mengetahui berat baja yang berkurang.



Gambar 1. Rangkaian Alat Uji Korosi

Keterangan gambar :

1. Aerator
2. Selang
3. Infus
4. Baja
5. Gelas (Tempat sampel)

Analisa Rendemen Ekstrak

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui persentase ekstrak yang dihasilkan dari 200 gram daun pepaya yang diekstraksi secara maserasi. Setelah pelarut diuapkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator*, diperoleh ekstrak pekat. Ekstrak tersebut ditimbang dan dibandingkan dengan berat awal kering daun pepaya.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Ekstrak Pekat}}{\text{Berat Awal daun pepaya}} \times 100\% \dots (1)$$

Analisa Kualitatif Asam Amino

Uji kualitatif asam amino pada ekstrak daun pepaya dilakukan dengan cara menambahkan 5 tetes ninhidrin 2% kedalam filtrat daun pepaya sebanyak 5 ml. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pembentukan warna ungu pada larutan uji. Warna ungu tersebut terbentuk setelah larutan uji dibiarkan selama beberapa saat, yaitu setelah pemanasan dengan suhu 80 °C (Harborne, 1984).

Penentuan Laju Korosi

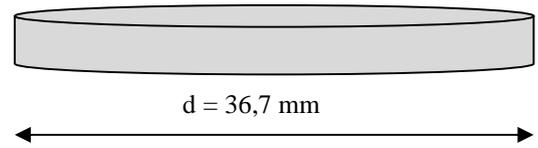
Untuk menentukan kemampuan inhibisi ekstrak daun pepaya terhadap laju korosi baja AISI 4140 secara kuantitatif menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Laju korosi (r)} = \frac{W}{A.t} \dots (2)$$

Dimana :

- r = Laju korosi ($\frac{\text{gram}}{\text{mm}^2 \cdot \text{hari}}$)
- W = Kehilangan berat (gram)
- A = Luas permukaan (mm^2)
- t = waktu (hari)

Permukaan plat baja:



Luas permukaan baja :

$$\begin{aligned} &= (2 \times \text{luas lingkaran}) + (\text{keliling lingkaran} \times \text{tebal}) \\ &= (2 \times \pi \times r^2) + (\pi \times d \times \text{tebal}) \\ &= (2 \times 3,14 \times 18,35^2 \text{ mm}) + (3,14 \times 36,7 \text{ mm} \times 6,1 \text{ mm}) \\ &= 2114,6173 \text{ mm}^2 + 702,95158 \text{ mm}^2 \\ &= 2817,5691 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan kemampuan inhibisi korosi logam baja menggunakan persamaan

$$\% E = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100 \% \dots (3)$$

Dimana:

%E =efisiensi inhibisi (%)

r_1 = laju korosi tanpa inhibitor ($\frac{\text{gram}}{\text{mm}^2 \cdot \text{hari}}$)

r_2 = laju korosi dengan inhibitor ($\frac{\text{gram}}{\text{mm}^2 \cdot \text{hari}}$)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Kualitas Asam Amino pada Ekstrak Daun Pepaya

Uji ninhidrin berperan untuk mengidentifikasi keberadaan asam amino (Harborne 1984). Uji ninhidrin pada ekstrak daun pepaya menunjukkan hasil yang positif. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pembentukan warna ungu pada larutan uji seperti pada Gambar 2. Warna ungu tersebut terbentuk setelah larutan uji dibiarkan selama beberapa saat, yaitu setelah pemanasan dengan suhu 80 °C. Hal ini memungkinkan terjadinya reaksi kimia, yaitu bereaksinya asam amino dengan suhu pemanasan dan pereaksi ninhidrin, sehingga dapat terbentuk warna ungu pada larutan uji. Proses pemanasan tersebut merupakan tahapan penting. Hal ini karena proses pemanasan dapat membantu terjadinya denaturasi protein (Lehninger 1982), sehingga protein pada ekstrak daun pepaya dapat terurai dan susunan asam aminonya menjadi lebih mudah terdeteksi.



Gambar 2. Uji Ninhidrin pada Ekstrak Daun Pepaya

3.2. Pengaruh Waktu Uji Perendaman terhadap Pengurangan Berat Logam, Laju Korosi, dan Efisiensi Inhibisi

Data kehilangan berat dicatat untuk menentukan laju korosi baja AISI 4140. Pengurangan berat pada baja dipengaruhi oleh dua faktor yaitu penambahn inhibitor dan variasi waktu perendaman. Pengaruh variasi waktu perendaman baja dalam media air laut dengan adanya penambahan inhibitor dan tanpa penambahan inhibitor terhadap laju korosi baja dapat dilihat pada Gambar 3.

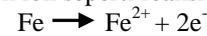
Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa penambahan inhbitor cukup berpengaruh terhadap kehilangan berat baja. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu rendam, maka semakin banyak terbentuk lapisan Fe(OH)₂ yang menghalangi difusi H₂O/O₂ kepermukaan sampel sehingga kehilangan beratnya semakin lama semakin turun.

Pada pengujian laju korosi pada perendaman terlihat adanya perbedaan antara sampel baja yang diberikan inhibitor ekstrak daun pepaya dan yang tanpa inhibitor. Sampel baja yang diberi inhibitor berdasarkan variasi waktu perendaman terlihat adanya indikasi pengurangan laju korosi seperti pada Gambar 4.

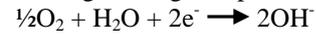
Berdasarkan pada Gambar 4 terlihat pada perendaman 4 hari dengan tanpa inhibitor nilai laju korosinya besar,

namun setelah pemberian inhibitor ekstrak daun pepaya, grafiknya semakin menurun sampai pada perendaman 36 hari. Hal ini karena lapisan yang terbentuk sudah sempurna yang ditandai dengan tertutupnya seluruh permukaan sampel baja, sedangkan pada perendaman 40 hari laju korosinya sudah mulai naik lagi. Hal ini disebabkan karena air laut mempunyai konduktivitas yang tinggi dan memiliki ion klorida yang dapat menembus permukaan logam sehingga dapat mengurangi kekuatan ikatan antara atom-atom logam. Melemahnya ikatan-ikatan logam disebabkan oleh tereduksinya gugus amina dalam larutan, sehingga molekul amina yang terbentuk diabsorpsi oleh logam, sehingga mengakibatkan laju korosi naik. Pada sampel yang tanpa inhibitor laju korosinya juga semakin kecil.

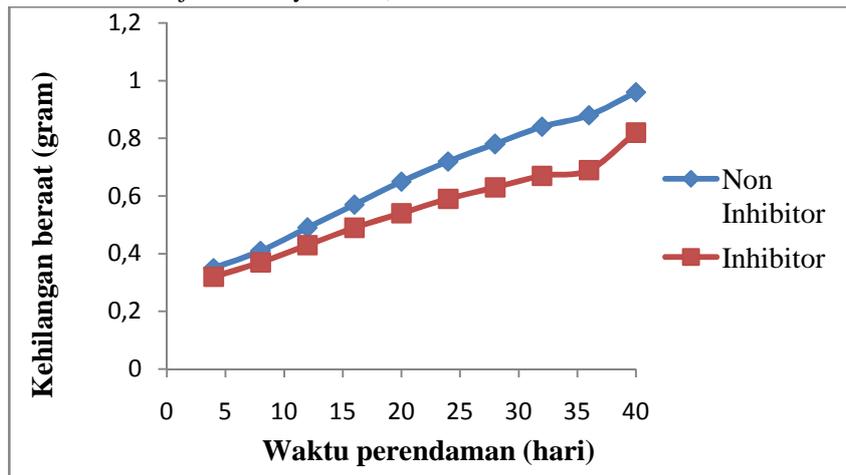
Reaksi yang terjadi pada anoda adalah reaksi oksidasi baja menjadi bentuk ion seperti reaksi berikut



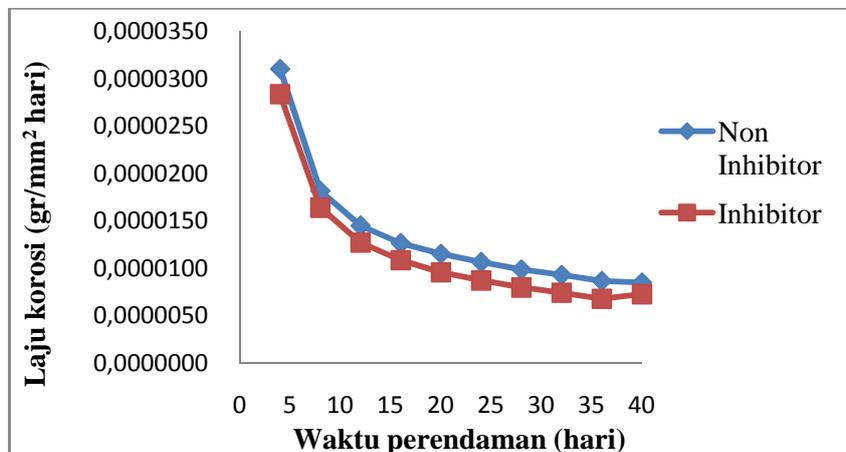
Karena perendaman dilakukan dalam media air laut yang mengandung gas oksigen dari aerator, sehingga terjadi reaksi reduksi gas oksigen seperti berikut :



Adanya kehilangan berat menunjukkan bahwa baja

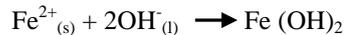


Gambar 3. Hubungan Variasi Waktu Perendaman terhadap Kehilangan Berat

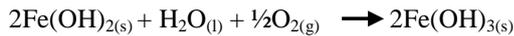


Gambar 4. Hubungan Laju Korosi terhadap Perendaman

tersebut telah berubah menjadi ion Fe^{2+} dan bereaksi dengan OH^- membentuk $Fe(OH)_2$. Tahapan proses korosi ini ditunjukkan pada persamaan reaksi sebagai berikut :

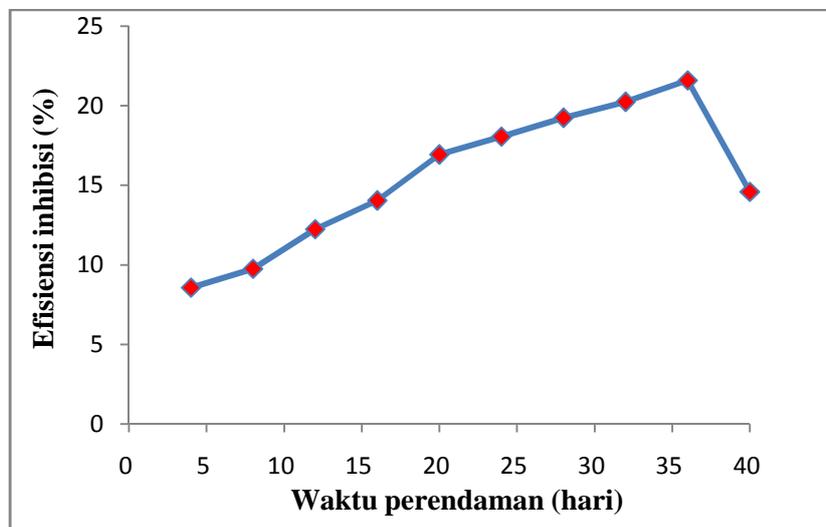


Dengan adanya oksigen yang melimpah dalam media air laut, maka ion Fe^{2+} dapat teroksidasi kembali membentuk ion Fe^{3+} . Ion-ion Fe^{3+} bereaksi dengan gas oksigen dan molekul-molekul air membentuk karat seperti pada persamaan berikut:



Pada media air laut dengan penambahan inhibitor, laju korosi semakin berkurang seiring dengan lamanya waktu perendaman, tetapi tanpa inhibitor laju korosinya cukup besar. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu rendam, maka semakin banyak terbentuk lapisan $Fe(OH)_2$ yang menghalangi difusi H_2O/O_2 ke permukaan sampel sehingga laju korosi semakin lama semakin turun. Jika dilihat pada Gambar 3, laju korosi mulai meningkat setelah perendaman 36 hari. Hal ini disebabkan senyawa asam amino sudah terurai seiring dengan waktu perendaman yang lama.

Efisiensi inhibisi ekstrak daun pepaya pada korosi baja dinyatakan dalam persen efisiensi inhibisi (% E), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Menurut Griffith et.al (1971), penentuan efisiensi inhibisi yang paling tepat dan teliti adalah metode pengurangan berat karena perlakuannya mudah untuk diikuti.



Gambar 5. Grafik Efisiensi Inhibitor terhadap Waktu

Berdasarkan pada Gambar 5 terlihat bahwa waktu perendaman mempengaruhi efisiensi inhibisi. Pada perendaman hari ke 4 sampai 36 hari nilai efisiensi inhibisinya semakin besar dengan bertambahnya waktu yang diberikan, ini disebabkan karena pengaruh waktu perendaman dalam larutan inhibitor yang diberikan, semakin lama waktu perendaman maka akan semakin besar juga nilai efisiensi inhibisinya. Namun, kemampuan inhibitor atau efisiensi inhibisi untuk melindungi baja dari

korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal itu dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan (Uhlig, 1958). Adsorpsi ekstrak daun pepaya berlangsung bertahap, dimana adsorpsi optimum terjadi pada hari ke 36, dengan nilai efisiensi inhibisinya sebesar 21,59%. Peningkatan nilai efisiensi inhibisi ini menunjukkan bahwa gugus asam amina memiliki potensi sebagai inhibitor korosi baja dalam air laut. Efisiensi menurun setelah hari ke 36 karena kapasitas gugus fungsinya untuk teradsorpsi pada permukaan baja sudah maksimum dan tidak dapat membentuk lapisan lindung yang stabil. Selain itu, senyawa-senyawa organik dalam ekstrak daun pepaya mengalami degradasi. Hal ini ditandai dengan dengan meningkatnya produk korosi yang dihasilkan jika waktu perendaman dinaikkan.

4. Kesimpulan

Ekstrak daun pepaya membuktikan dapat memperlambat laju korosi. Laju korosi terbesar dengan menggunakan inhibitor yaitu pada perendaman 4 hari sebesar $2,84 \cdot 10^{-5}$ gram/mm² hari dan laju korosi terendah $6,8 \cdot 10^{-6}$ gram/mm² hari pada perendaman 36 hari, sedangkan nilai laju korosi terbesar tanpa inhibitor yaitu $3,11 \cdot 10^{-5}$ gram/mm² hari pada perendaman 4 hari dan laju korosi terendah $8,5 \cdot 10^{-6}$ gram/mm² hari pada perendaman 40 hari. Waktu tertinggi untuk penggunaan inhibitor ekstrak daun pepaya dalam air laut adalah 36 hari. Efisiensi inhibisi terbesar mencapai 21,59 % yaitu pada perendaman 36 hari.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Benny Krisman, dan Eferius Mendrofa (Mahasiswa Fakultas Teknik) yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Riau yang telah mengizinkan pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Hermawan, Beni., 2007. Ekstrak Bahan Alami Sebagai Inhibitor korosi. http://www.chem-istry.org/author/Beni_Hermawan.com. [diakses tanggal 4Maret 2013, jam 17.00 WIB].
- Ilim; Beni Hermawan, 2008. Studi Penggunaan Ekstrak buah Lada (*Pipernigrum linn*), Buah Pinang (*Area Cathecu Linn*), dan Daun Teh (*Cammellia Sinensis L. Kuntze*) sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak dalam Medium Air Laut Buatan yang Jenuh Gas CO₂. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Lampung
- Uhlig, H. H., 1961, *Corrosion Handbook*, John Willey & Sons Inc., London.