

Efisiensi inhibisi Ekstrak Kulit dalam Semangka sebagai Inhibitor Korosi *Tinplate* dalam Media 2% NaCl

Fitria Ratnasari, Harmami, dan Ita Ulfin

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: harmami@chem.its.ac.id

Abstrak—Ekstrak dari kulit dalam semangka telah dipelajari sebagai inhibitor korosi pada *tinplate* dalam larutan 2% NaCl menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potenciodinamik. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi ekstrak, hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa ekstrak dapat menghambat korosi pada *tinplate* dengan adanya keterlibatan senyawa *L-citrulline* dan komponen organik lain. Efisiensi inhibisinya semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak, nilai maksimum sebesar 99,97% pada konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka 600 mg/L yang didapat dari metode polarisasi potenciodinamik. Kedua metode yang telah dilakukan tersebut memberikan pola inhibisi yang sama.

Kata Kunci—Ekstrak kulit dalam semangka; *L-citrulline*; NaCl; *Tinplate*.

I. PENDAHULUAN

PERKEMBANGAN dunia industri, seperti industri makanan, minuman, cat, lem, bahan kimia dan industri lainnya telah mendorong permintaan akan kemasan kaleng terutama jenis *tinplate*. *Tinplate* (plat timah) merupakan lembaran tipis baja karbon rendah yang kedua sisinya dilapisi dengan timah murni. Plat ini memiliki ketebalan 0,15-0,5 mm dengan kandungan timah putih 1,0-1,2% dari total berat kalengnya. Kelebihan *tinplate* dibandingkan dengan bahan lainnya yaitu tampilannya mengkilap, kuat, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi dan dapat dilas [1]. Makanan kemasan kaleng mengandung jumlah garam yang relatif tinggi, misalnya pada saus cabai mengandung sodium 3,82 mg/gram hingga 9,03 mg/gram [2]. Adanya interaksi kaleng dengan makanan yang bersifat korosif ini menyebabkan kaleng jenis *tinplate* mudah terkorosi, mudah kehilangan integritas segel dan juga mengalami perubahan warna [3].

Pencegahan korosi dapat dilakukan dengan banyak cara seperti penggunaan anoda tumbal, dialiri arus tanding (*Impressed current*), pelapisan (*coating*), *painting* maupun penggunaan inhibitor korosi [4]. Adanya korosi pada kaleng *tinplate* tersebut, maka diperlukan pencegahan salah satunya menggunakan inhibitor.

Semangka (*Citrullus lanatus*) merupakan tanaman menjalar yang termasuk keluarga Cucurbitaceae, dimana bagian yang paling berguna adalah daging buah. Sedangkan limbahnya seperti kulit dan juga biji kurang dimanfaatkan. Semangka mengandung sebagian besar anti-nutrien seperti saponin, alkaloid, hidrogen sianida, tannins, phitane, fenol, oksalat dan flavonoid pada kulit luar (WMP), daging buah (WMPu) dan kulit dalam (WMR) [5]. Selain itu, di dalam WMR dilaporkan terdapat komponen utama *citrulline* yang mengandung heteroatom (N,O) dan cincin aromatik sehingga

ekstrak dari kulit dalam semangka memungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi [6].

Beberapa penelitian tentang penggunaan ekstrak kulit dalam semangka sebagai inhibitor korosi telah dilakukan, seperti sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam media 1 M HCl dan 0,5 M H₂SO₄. Hasil analisa menggunakan teknik polarisasi potenciodinamik, diketahui efisiensi penghambatan korosinya naik dengan naiknya konsentrasi ekstrak dan optimum pada konsentrasi ekstrak 1,5 g/L dalam media 1 M HCl dengan efisiensi inhibisi 80,71% [6]. Penelitian lanjutan menunjukkan bahwa ekstrak kulit dalam semangka (WMRE) dapat menghambat korosi baja lunak dalam larutan 1M HCl dengan efisiensi inhibisi 90,20 % pada konsentrasi WMRE 1000 ppm [7].

Pada penelitian ini akan dilakukan pengaruh variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potenciodinamik.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur 1000 mL, labu ukur 250 mL, gelas beaker, kaca arloji, botol timbang, corong, botol vial, pipet tetes, spatula, sonikasi, *hotplate*, neraca digital, *freeze dryer*, potensiostat autolab Metrohm tipe AUT84948 dan instrumen FT-IR Thermo Scientific spectrophotometer Shimadzu. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tinplate* (TP20), kertas saring, aquaproof, aqua DM, NaCl p.a, dan kulit dalam buah semangka kuning.

B. Prosedur Kerja

B.1 Preparasi Ekstrak Kulit Dalam Semangka

Semangka kuning diambil kulit bagian dalamnya dan dipotong menjadi potongan yang lebih kecil. Selanjutnya, dikeringkan dibawah sinar matahari, lalu dihaluskan hingga menjadi serbuk. Serbuk ditimbang sebanyak 20 gram dan dilarutkan dalam aqua DM 400 mL, larutan dipanaskan hingga mendidih selama 30 menit. Larutan didinginkan dan disaring dengan kertas saring, filtrat yang didapat diuapkan pelarutnya di atas *hotplate* hingga berbentuk karamel, kemudian dimasukkan botol vial dan dikeringkan dengan *freeze dryer* [11].

B.2 Preparasi *Tinplate*

Untuk metode pengurangan berat, spesimen *tinplate* dipotong dengan ukuran (3x3) cm², sedangkan untuk metode polarisasi potenciodinamik, spesimen dipotong dengan ukuran (4x1) cm² kemudian dilapisi dengan aquaproof dan

disisakan 1 cm² terpapar yang digunakan sebagai elektroda kerja. Sebelum digunakan spesimen disonikasi dalam aqua DM selama 20 menit, terakhir dikeringkan dan disimpan dengan keadaan terbungkus aluminium foil [6].

B.3 Pembuatan Larutan 2% NaCl

Padatan NaCl p.a ditimbang 20 gram, kemudian dilarutkan dengan aqua DM dalam labu ukur 1000 mL, ditambahkan hingga tanda batas dan dikocok hingga homogen. Larutan 2% NaCl digunakan sebagai pelarut inhibitor dan larutan blanko.

B.4 Preparasi Media Korosi dengan Variasi Konsentrasi Inhibitor

Padatan ekstrak kulit dalam semangka ditimbang sebanyak 0,0063 gram. Kemudian dilarutkan dengan larutan 2% NaCl secukupnya, larutan dimasukkan dalam labu ukur 250 mL dan diencerkan dengan penambahan 2% NaCl hingga tanda batas. Sehingga didapatkan konsentrasi WMRE 25 mg/L. Dengan cara yang sama dibuat untuk variasi konsentrasi yang lain yaitu 50 mg/L, 75 mg/L, 100 mg/L, 250 mg/L, 600mg/L dan 1000 mg/L [12].

B.5 Metode Pengurangan Berat

Tinplate dengan dimensi (3x3) cm² yang sebelumnya telah disiapkan, mula-mula ditimbang massanya (sebagai massa awal). *Tinplate* kemudian direndam dalam 30 mL media korosi dengan variasi konsentrasi inhibitor (25, 50, 75, 100, 250, 600, dan 1000 mg/L) selama 48 jam. Setelah itu spesimen dibersihkan dengan tisu, disonikasi dan dikeringkan, lalu ditimbang kembali massanya (sebagai massa akhir). Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali. Dari hasil selisih massa akhir dan massa awal, dapat dihitung laju korosi (C_R) menggunakan persamaan (1) dan efisiensi inhibisi (EI %) menggunakan persamaan (2):

$$C_{rate} \text{ (mm/year)} = \frac{87600 \Delta w}{\rho A T} \text{ (1)}$$

dimana Δw adalah rata-rata pengurangan berat (g), ρ adalah densitas (g/cm³), A merupakan luas spesimen (cm²) dan T adalah waktu perendaman (jam) [8].

$$EI \% = \frac{C_R^0 - C_R}{C_R^0} \times 100 \% \text{ (2)}$$

dimana C_R⁰ dan C_R secara berturut-turut adalah laju korosi rata-rata pada spesimen tanpa inhibitor dan dengan inhibitor [9].

B.6 Metode Polarisation Potensiodinamik

Tinplate yang telah disiapkan digunakan sebagai elektroda kerja, kawat Pt sebagai elektroda bantu dan Ag.AgCl sebagai elektroda *reference*. Ketiga elektroda direndam didalam 50 mL variasi konsentrasi media korosi (25, 50, 75, 100, 250 dan 600 mg/L). Potensial input yang digunakan yaitu -0,250 sampai +0,250 V dan *scan rate* 0,01 V/s. Kemudian didapatkan grafik potensiodinamik, kurva katodik dan anodik dari Tafel diekstrapolasi di titik perpotongan, maka menghasilkan potensial korosi (E_{kor}) dan densitas arus korosi (i_{kor}). Nilai slope dari anodik (β_a) dan slope katodik (β_c) juga dapat diketahui. Kemudian efisiensi inhibisi (EI%) dapat dihitung menggunakan persamaan (3):

$$\% EI = \frac{i_{kor} - i'_{kor}}{i_{kor}} \times 100 \% \text{ (3)}$$

dimana i_{kor} dan i' _{kor} adalah densitas arus korosi tanpa dan dengan adanya penambahan inhibitor [10].

B.7 FT-IR Hasil Ekstraksi Kulit Dalam Semangka dan Produk Korosi

Sebanyak ±20 mg padatan hasil ekstraksi kulit dalam semangka, ditambah bubuk KBr kemudian dibuat pellet yang tipis dan transparan. Pelet yang sudah jadi diletakkan pada sel spektrofotometer inframerah untuk dilakukan analisis pada bilangan gelombang 500-4000 cm⁻¹. Dengan cara yang sama dibuat untuk FT-IR produk korosi [6].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian dengan Metode Pengurangan Berat

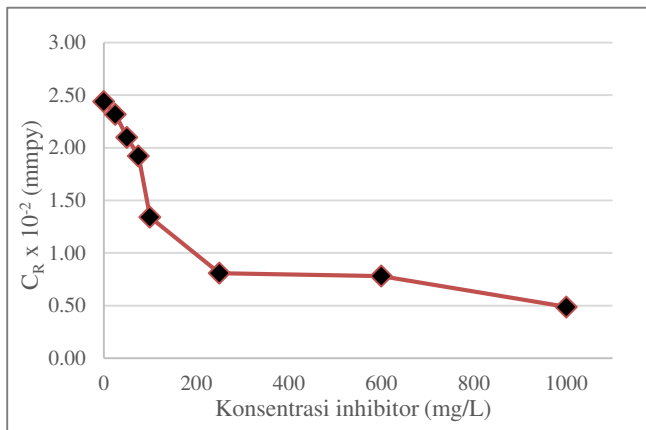
Hasil yang didapatkan dari metode pengurangan berat yaitu selisih massa *tinplate* (Δw) sebelum dan sesudah direndam dalam media korosi. Dari selisih massa tersebut dapat dihitung laju korosi (C_R) dan efisiensi inhibisi (EI). Laju korosi dan efisiensi inhibisi *tinplate* dalam larutan 2% NaCl dengan adanya variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data metode pengurangan berat pada *tinplate* dalam larutan 2% NaCl dengan adanya variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka selama 48 jam

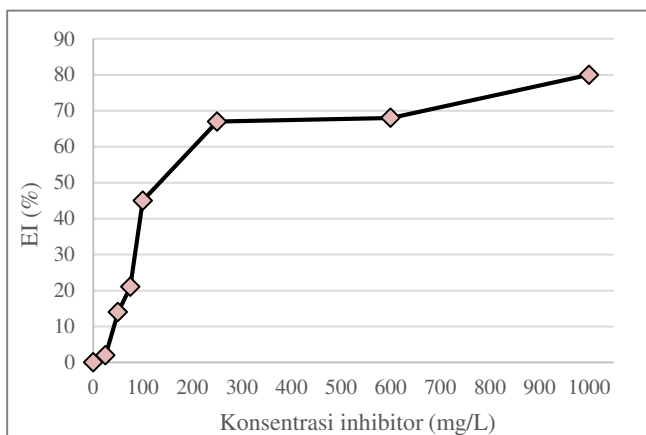
| Konsentrasi inhibitor (mg/L) | Δw (gram) | C _R (mmpy) | EI (%) |
|------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
| 0 | 0,0033 | 0,0244 | - |
| 25 | 0,0032 | 0,0232 | 5 |
| 50 | 0,0029 | 0,0210 | 14 |
| 75 | 0,0026 | 0,0192 | 21 |
| 100 | 0,0018 | 0,0134 | 45 |
| 250 | 0,0011 | 0,0081 | 67 |
| 600 | 0,0011 | 0,0078 | 68 |
| 1000 | 0,0007 | 0,0049 | 80 |

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa pengurangan berat (Δw) dan laju korosi (C_R), nilainya turun secara bertahap seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor. Sedangkan data efisiensi inhibisi nilainya semakin naik seiring penambahan konsentrasi inhibitor. Pada konsentrasi tertinggi yaitu 1000 mg/L, ekstrak kulit dalam semangka mampu menghambat korosi *tinplate* dalam larutan 2% NaCl hingga laju kerosinya 0,0049 mmpy dengan efisiensi inhibisi 80%.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka mempengaruhi nilai laju korosi dan efisiensi inhibisi. Hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor dengan laju korosi dalam larutan 2% NaCl, dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 1. Sedangkan grafik hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibisi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka dengan laju reaksi dalam larutan 2% NaCl dari metode pengurangan berat.

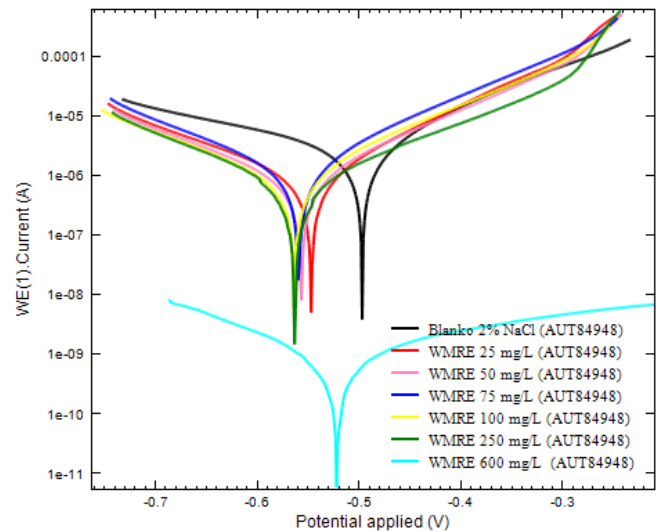


Gambar 2. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka dengan efisiensi inhibisi dalam larutan 2% NaCl dari metode pengurangan berat.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan dengan metode yang sama yaitu metode pengurangan berat selama 24 jam, ekstrak kulit dalam semangka dapat menghambat laju korosi baja lunak dalam media 1M HCl. Pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm nilai efisiensi inhibisinya mencapai 90,2% [7]. Nilai efisiensi ini lebih besar dibandingkan efisiensi inhibisi ekstrak kulit dalam semangka pada korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl. Namun pola kenaikan efisiensi inhibisinya sama yaitu nilai efisiensi inhibisinya naik seiring peningkatan konsentrasi ekstrak.

B. Hasil Pengujian dengan Metode Polarisasi Potensiodinamik

Kurva polarisasi potensiodinamik pada *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl dengan adanya penambahan variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka diperlihatkan pada Gambar 3. Selanjutnya diekstrapolasi Tafel sehingga diperoleh parameter korosi seperti densitas arus (i_{kor}), potensial korosi (E_{kor}), slope Tafel katodik (β_c), slope Tafel anodik (β_a) dan laju korosi (C_R). Kemudian, dari nilai densitas arus korosi dapat dihitung efisiensi inhibisi (EI), Data parameter polarisasi potensiodinamik ditunjukkan pada Tabel 4.2



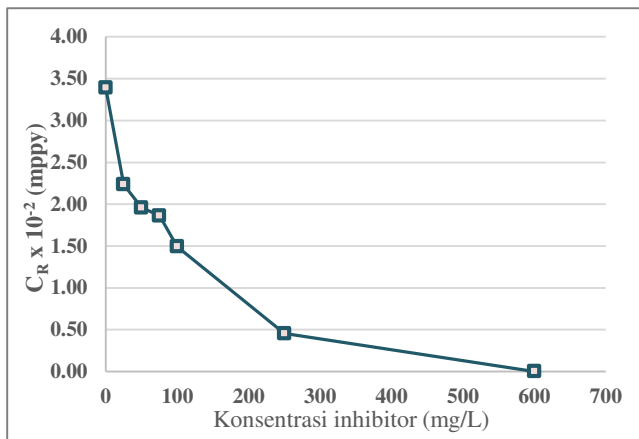
Gambar 3 Kurva polarisasi potensiodinamik *tinplate* dalam media 2% NaCl dengan adanya variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka (WMRE).

Tabel 2. Hasil pengujian *tinplate* menggunakan metode polarisasi potensiodinamik dengan adanya variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka dalam larutan 2% NaCl.

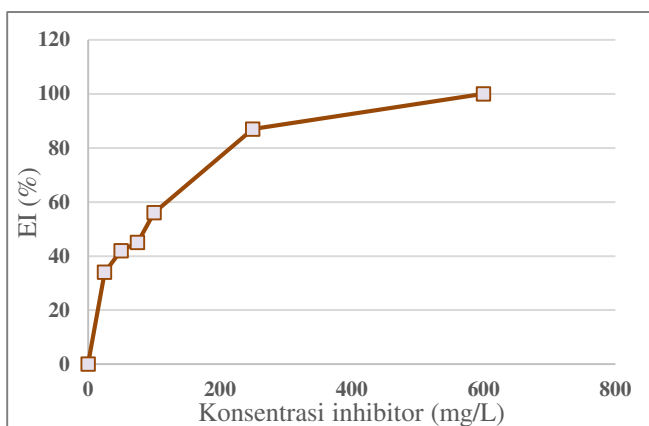
| Konsentrasi inhibitor (mg/L) | β_a (V/s) | β_c (V/s) | E_{kor} (V) | i_{kor} (A/cm) $\times 10^{-6}$ | Laju Korosi (mmpy) | EI (%) |
|------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|--------|
| 0 | 0,3691 | 0,1549 | -0,4740 | 2,9179 | 0,03391 | - |
| 25 | 0,4673 | 0,2065 | -0,5502 | 1,9234 | 0,02235 | 34,08 |
| 50 | 0,3262 | 0,1649 | -0,5521 | 1,6856 | 0,01959 | 42,23 |
| 75 | 0,1983 | 0,1701 | -0,5724 | 1,6029 | 0,01863 | 45,07 |
| 100 | 0,2959 | 0,1436 | -0,5634 | 1,2844 | 0,01492 | 55,98 |
| 250 | 0,0624 | 0,0672 | -0,5574 | 0,3918 | 0,00455 | 86,58 |
| 600 | 0,1363 | 0,1527 | -0,5065 | 0,0009 | 0,00001 | 99,97 |

Data Tabel 2 memperlihatkan bahwa, dengan penambahan variasi konsentrasi ekstrak kulit dalam semangka, nilai densitas arus korosi (i_{kor}) turun secara bertahap sehingga laju korosi juga semakin turun. Densitas arus korosi dapat digunakan untuk menentukan laju korosi, dimana densitas arus korosi sebanding dengan laju korosi [8]. Selanjutnya, nilai densitas arus korosi digunakan untuk menghitung efisiensi inhibisi. Efisiensi inhibisi yang didapatkan nilainya meningkat seiring kenaikan konsentrasi inhibitor. Pada konsentrasi tertinggi yaitu 600 mg/L, ekstrak kulit dalam semangka mampu menghambat korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl dengan efisiensi inhibisi 99,97% dan laju 0,00001 mmpy.

Hubungan antara variasi konsentrasi inhibitor dengan laju korosi dalam larutan 2% NaCl dapat digambarkan pada grafik Gambar 4. Sedangkan hubungan variasi konsentrasi inhibitor dengan persentase efisiensi inhibisi dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik hubungan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka dengan laju korosi dalam 2% NaCl dari metode polarisasi potensiodinamik.



Gambar 5. Grafik hubungan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka dengan laju reaksi dalam 2% NaCl dari metode polarisasi potensiodinamik

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu ekstrak kulit dalam semangka dapat menghambat korosi *tinplate* dalam media 2% NaCl. Dua metode uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, laju korosi semakin turun sedangkan efisiensinya semakin meningkat. Dari metode pengurangan berat laju korosi terendah yaitu 0,0049 mppy dengan efisiensi inhibisi mencapai 80% saat konsentrasi ekstrak 1000 mg/L. Sedangkan pada metode polarisasi potensiodinamik laju korosi terendah yaitu 0,00001 mppy dengan efisiensi inhibisi mencapai 99,97% saat konsentrasi ekstrak 600 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si selaku kepala Laboratorium Kimia Instrumen dan Sains Analitik Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA ITS dan Dr. Fahimah Martak, M.Si atas bimbingannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Martins, J. L. (2012). Corrosion Problems in Tin plate Cans for Storing Contact Glues for Shoes. *Engineering Failure Analysis* 26, 358-265.
- [2] Purawisastra, S., dan Yuniati, H. (2010). Kandungan Natrium Beberapa Jenis Sambal Kemasan serta Uji Tingkat Penerimaannya (The Sodium Content of Some Chilli Sauces and its Sensory Evaluation). *The Journal Of Nutrition And Food Research*, 33(2), 173-179
- [3] Che, Y., Han, Z., Luo, B., Xia, D., Shi, J., Gao, Z., & Wang, J. (2012). Corrosion mechanism differences of tinplate in aerated and deaerated citric acid solution. *International Journal of Electrochemical Science*, 7(10), 9997-10007.
- [4] Hakim, A. A. (2011). Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasis Senyawa Fenolik untuk Proteksi Pipa Baja Karbon pada Lingkungan 0.5, 1.5, 2.5,3.5 % NaCl yang Mengandung Gas CO₂. Skripsi. Departemen Metalurgi dan Material FT-UI.
- [5] Johnson, J. T., Iwang, E. U., Hemen, J. T., Odey, M. O., Efiang, E. E., dan Eteng, O. E. (2012). Evaluation of anti-nutrient contents of watermelon *Citrullus lanatus*. *Ann Biol Res*, 3(11), 5145-5150.
- [6] Odewunmi, N. A., Umoren, S. A., dan Gasem, Z. M. (2014). Watermelon Waste Products as Green Korosion Inhibitors for Mild Steel in HCl Solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(1), 286-296.
- [7] Odewunmi, N. A., Umoren, S. A., Gasem, Z. M., Ganiyu, S. A., dan Muhammad, Q. (2015). L-Citrulline: An active corrosion inhibitor component of watermelon rind extract for mild steel in HCl medium. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 000, 1-9
- [8] Jones, D. A. (1996). *Principles and Prevention of Korosion*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc
- [9] Mourya, P., Sitashree B., dan Singh M.M.. (2014). Corrosion Inhibition of Mild Steel in Acidic Solution by *Tagetes Erecta* (Marigold Flower) Extract as a Green Inhibitor. *Corrosion Science* 85: 352-363
- [10] Doner, A., Solmas., Ramazan., Ozcan., Muzzafer., Kardas., dan Gulfeza. (2011). Experimental and Theoretical of Thiazoles as Korosion Inhibitors for Mild Steel in Sulphuric Acid Solution. *Corrosion Science* 53, 2902
- [11] Wani, A. A., Sogi, D. S., Singh, P., dan Shivhare, U. S. (2011). Characterization and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed protein isolates and salt assisted protein concentrates. *Food science and biotechnology*, 20(4), 877-887
- [12] Arenas, M. A., Conde, A., dan De Damborenea, J. J. (2002). Cerium: a Suitable Green Korosion Inhibitor for Tinplate. *Corrosion Science*, 44(3), 511-520.