

PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK BIJI MANGGA (*MANGIFERA INDICA L.*) SEBAGAI INHIBITOR ORGANIK PADA KOROSI PAKU BESI DALAM MEDIUM LARUTAN NaCl

Effect of Concentration of Mango Seed Extract (*Mangifera Indica L.*) as an Organic Inhibitor
on Iron Nail Corrosion in NaCl Solution Medium

*Khafifah Almahdali, Daud K. Walanda dan Mery Napitupulu

Pendidikan Kimia/FKIP – Universitas Tadulako, Palu – Indonesia 94118

Received 07 December 2018 Revised 08 January 2019, Accepted 11 February 2019

doi: [10.22487/j24775185.2019.v8.i1.2352](https://doi.org/10.22487/j24775185.2019.v8.i1.2352)

Abstract

This study aims to determine the effect of mango seed extract concentration on the rate of corrosion of iron nails in corrosive medium of NaCl solution and seawater as comparison. The research begins with maceration of mango seeds followed by evaporation to produce the extract as an inhibitor with a variation of concentration 1 - 5%. The method of determining the corrosion rate was the weight loss method with soaking for 7 days. The results showed that the highest corrosion inhibition efficiency occurred at 3% concentration for immersion with corrosive medium of 3% NaCl and 2% concentration for soaking in sea water with efficiency respectively 15.34% and 10.63%. Based on the results of the study, it was found that the increasing concentration of mango seed extract resulted in the efficiency effect on corrosion of nails.

Keywords: Mango seed, iron nails, corrosive medium, corrosion rate, efficiency of inhibition

Pendahuluan

Perkembangan teknologi, pertumbuhan ekonomi, dan pembangunan yang semakin meningkat saat ini telah membuat sebagian aktivitas masyarakat tidak terlepas dengan penggunaan berbagai logam, seperti besi, baja, aluminium, perak, dan lain-lain. Hal ini didasari pada penggunaan logam tersebut diberbagai industri baik sebagai komponen utama maupun komponen tambahan, akan tetapi yang menjadi kendalanya adalah terjadinya korosi atau pengkaratan pada logam tersebut. Korosi merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan daya guna dari logam itu sendiri menurun (Irianty & Khairat, 2013).

Korosi adalah suatu permasalahan yang selalu dihadapi karena proses terjadinya korosi pada suatu logam tidak dapat dihindari atau dihentikan, akan tetapi bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehinggadapat mengurangi kerugian dan mencegah dampak negatif yang diakibatkannya, seperti dengan cara pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain. Berdasarkan berbagai cara tersebut penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana.

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, dkk., 2007).

Korosi dapat terjadi melalui reaksi redoks, dimana besi yang mengalami oksidasi sedangkan oksigen yang mengalami reduksi. Karat umumnya berupa oksida atau karbonat, karat pada besi berupa zat yang berwarna coklat kemerahan dengan rumus kimia $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$. Oksida besi (karat) dapat mengelupas, sehingga secara bertahap permukaan yang baru terbuka itu mengalami korosi (Ahammed, 1998). Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat ion H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Nurdin & Syahri, 1999).

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. Senyawa organik yang digunakan sebagai inhibitor dapat bekerja sebagai katodik, anodik atau bersama-sama yang bekerja melalui

*Correspondence

Khafifah Almahdali

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan
dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako
e-mail: khafifahalmahdali366@gmail.com
Published by Universitas Tadulako 2019

proses adsorpsi permukaan, yaitu dengan membentuk lapisan film. Inhibitor ini membangun lapisan film hidrofobik yang menjadi pelindung pada permukaan logam, sehingga memberikan penghalang bagi pengrusakan logam dalam larutan elektrolit (Camila & Alexandre, 2014). 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 (Hosary, dkk., 1972). Salah satu zat kimia yang berperan sebagai inhibitor adalah tanin. Senyawa ini merupakan senyawa organik non-toksik yang dapat terbiodegradasi.

Mangga adalah tanaman tahunan yang berupa pohon tegak dan tinggi. Bentuk buahnya bermacam-macam ada yang bulat, bulat telur, lonjong, atau pipih. Warna daging buahnya juga beragam ada yang kuning muda, krem, kuning tua, jingga, sampai kemerahan. Bijinya ada yang menyebuk pelok yang terdiri dari dua keping, berdaging, dan umumnya berbentuk pipih (Widyastuti dkk., 1993).

Biji mangga memiliki kandungan fitokimia yang tinggi, berupa tannin (Legesse & Emire, 2012). Kandungan fitokimia gallotanin yang memiliki aktivitas antibakteri terhadap beberapa macam bakteri gram positif dan negatif juga telah dilaporkan oleh Engels, dkk., (2011).

Tulisan ini bertujuan untuk mendiskusikan kemampuan ekstrak biji mangga mempengaruhi laju korosi pada paku besi dan pengaruh konsentrasi ekstrak biji mangga sebagai inhibitor korosi.

Metode

Alat yang digunakan adalah labu ukur, blender, ayakan 40 mesh, desikator, penangas listrik, pipet tetes, gelas kimia, gelas ukur, evaporator, oven, neraca analitik, magnetic stirrer, spatula.

Bahan yang digunakan adalah biji mangga, paku besi 4 inci, kertas saring, kertas pasir, NaCl 3% (Merck), etanol 96%, NaHCO₃ 0,1 M (Merck), cairan pembersih karat, aquades, FeCl₃ 1% (Merck), dan air laut (Teluk Palu).

Cara pengambilan sampel

Sampel logam besi yang digunakan dengan ukuran 4 inch sebanyak 12 buah. Untuk inhibitor digunakan ekstraksi biji mangga jenis mangga golek yang diperoleh dari Sulawesi Tengah. Buah mangga dikupas kulitnya dan dipisahkan daging buah dengan bijinya. Setelah itu dikupas kulit bijinya, sehingga diperoleh biji mangga bagian dalamnya.

Persiapan serbuk biji mangga

Prosedur persiapan serbuk biji mangga ini mengikuti prosedur penelitian Kristianto, (2013). Biji mangga yang didapatkan dipotong dan dikeringkan dalam oven selama 5 jam dengan

suhu 50°C. Setelah itu biji mangga yang sudah kering diblender sehingga mendapatkan bubuk kasar biji mangga dan dilakukan pengayakan dengan ukuran 40 mesh untuk mendapatkan serbuk biji mangga.

12 buah paku besi yang rata-rata berdimensi panjang 10 cm dan diameter 0,5 mm serta berat rata-rata 11,65 gram dengan masing-masing 5 buah untuk perlakuan dengan penambahan variasi inhibitor dan 1 buah tanpa penambahan inhibitor baik untuk perendaman dengan NaCl 3% maupun dengan air laut. Permukaan paku dihaluskan dengan amplas kemudian direndam dalam larutan natrium karbonat 0,1 M. Selanjutnya, paku dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 20 menit. Lalu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang (W_0).

Pembuatan larutan inhibitor (ekstraksi)

Prosedur ekstraksi ini mengikuti prosedur penelitian Purnomo dkk., (2015). 100 gram Serbuk biji mangga dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian ditambahkan etanol absolut 500 mL. Selanjutnya campuran dishacker dan dibiarkan selama 48 jam, dan selanjutnya hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian filtratnya dimasukkan ke dalam evaporator pada suhu 50 – 60°C selama 1 jam. Hasil ekstrak dilakukan analisis kualitatif apakah terdapat tanin. Kemudian ekstrak pekat yang didapatkan dibuat dalam 5 variasi konsentrasi yaitu 1% - 5%.

Analisis kualitatif

Prosedur analisis kualitatif ini mengikuti prosedur dari penelitian tentang efisiensi inhibisi korosi pada baja dengan menggunakan kulit manggis (Nasution, dkk., 2012). 10 gram ekstrak biji mangga sebanyak dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian ditambahkan aquades 10 mL dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah itu disaring dan diambil filtratnya, kemudian ditambahkan 10 tetes FeCl₃ 1%, jika berubah warna menjadi biru atau biru kehijauan maka terdapat tanin.

Perendaman paku dalam medium korosi

Sampel paku besi yang telah disiapkan masing-masing direndam dalam kedua medium korosi yang ada yaitu NaCl 3% dan air laut alami. Perendaman sampel paku dilakukan selama 7 hari dengan 2 cara yaitu perendaman tanpa penambahan inhibitor dan perendaman dengan penambahan larutan inhibitor dengan variasi konsentrasi 1% - 5%. Kemudian ditentukan laju korosi dan efisiensi inhibisi dengan menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2.

Penentuan laju korosi

Pengujian yang dilakukan menggunakan metode *weight loss* yang mengacu pada standar ASTM G1 dengan perhitungan laju korosi menggunakan persamaan berikut (ASTM, 1999).

$$\text{Laju Korosi} = \frac{3,45 \times 10^6 \cdot W}{A \cdot T \cdot D}$$

Dimana, laju Korosi dalam Mpy; W adalah massa yang hilang (gram); D adalah densitas spesimen (gram/mL); A luas permukaan spesimen (cm²) dan T adalah waktu perendaman (jam)

Penentuan efisiensi inhibisi

Penentuan efisiensi inhibisi dalam penelitian ini, dihitung dengan rumus metode ekstrapolasi tafel sebagai berikut (Abdurahman, 2010):

$$\text{Efisiensi inhibisi} = \frac{Cr_a - Cr_b}{Cr_a} \times 100\%$$

Dimana, Cr_a adalah laju korosi tanpa penambahan ekstrak bijimangga dan Cr_b adalah laju korosi dengan penambahan ekstrak biji mangga

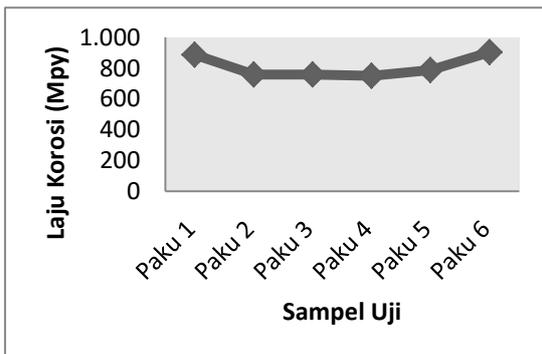
Hasil Dan Pembahasan

Analisis kualitatif tanin

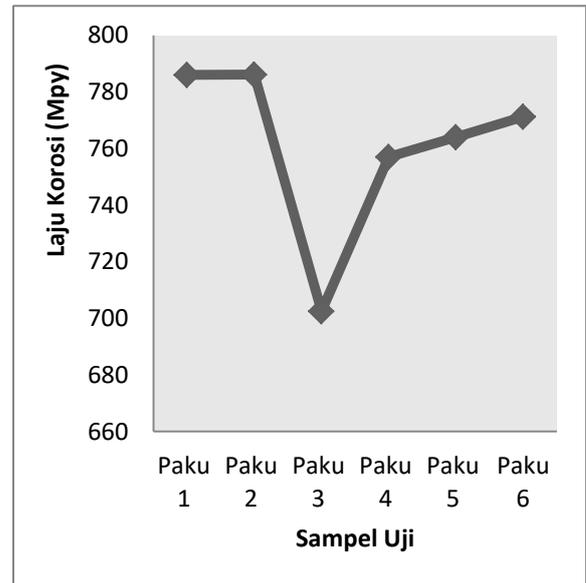
Hasil analisis kualitatif tanin pada ekstrak biji mangga dengan cara penambahan reagen FeCl 1% mrnunjukkan warna yang spesifik yaitu warna ungu. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak biji mangga tersebut positif mengandung senyawa tanin. Hal ini diperkuat dengan pendapat Harborne, (1996) yang menyatakan bahwa cara klasik untuk mendeteksi senyawa fenol sederhana yaitu menambahkan ekstrak dengan larutan FeCl₃ 1% dalam air, yang menimbulkan warna hijau, merah, ungu, biru dan hitam kuat.

Laju korosi paku

Pengujian laju korosi paku besi dalam medium larutan NaCl 3% dan air laut dengan waktu perendaman selama 168 jam, terlihat bahwa adanya perbedaan antara sampel paku besi yang ditambahkan dan tanpa diambahkan larutan inhibitor ekstark biji mangga baik dalam medium NaCl 3% maupun dalam medium air laut. Hubungan laju korosi terhadap konsentrasi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pengaruh tanpa penambahan (paku 1) dan penambahan inhibitor (Paku 2-6) dalam medium NaCl 3%



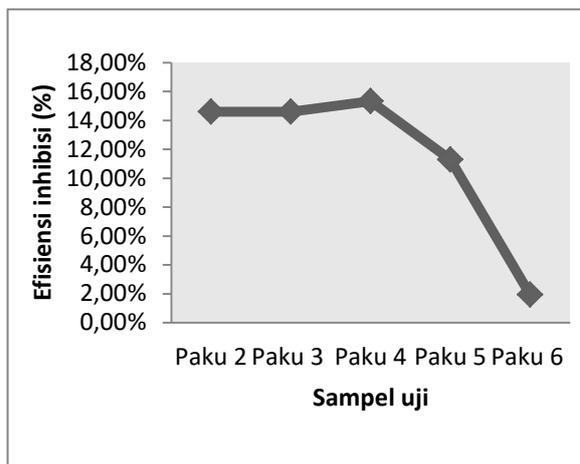
Gambar 2. Pengaruh tanpa penambahan (paku 1) dan penambahan inhibitor (paku 2-6) dalam air laut

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, laju reaksi korosi dengan adanya ekstrak biji mangga dapat mempengaruhi laju korosi pada paku besi. Hal ini disebabkan karena adanya senyawa tanin yang ada dalam ekstrak. Senyawa tanin dalam ekstrak dapat membentuk senyawa kompleks dengan Fe(III) di permukaan logam (Favre & Landolt, 1993). Sehingga terjadi penurunan laju reaksi korosi pada medium NaCl 3%, dari penambahan inhibitor dengan konsentrasi 1%, 2%, sampai dengan 3%. Senyawa kompleks Fe(III) akan menghalangi serangan ion-ion yang bersifat korosif pada permukaan logam, sehingga laju reaksi korosi akan menurun. Namun terjadi kenaikan laju korosi pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi 4% dan 5%. Berbeda pada medium air laut, dimana terjadi penurunan laju korosi pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi 1% dan 2%, dan kembali meningkat pada konsentrasi 3 – 5%. Hal ini dikarenakan lapisan Fe-tanin ekstrak tidak bisa menutupi seluruh permukaan paku, sehingga pada bagian yang tidak tertutupi Fe, dapat terion dan mengalami korosi. Selain itu, ada pengotor-pengotor pada tanin ekstrak yang menempel pada permukaan baja juga mempengaruhi cepatnya korosi (Emriadi & Stiadi, 2010).

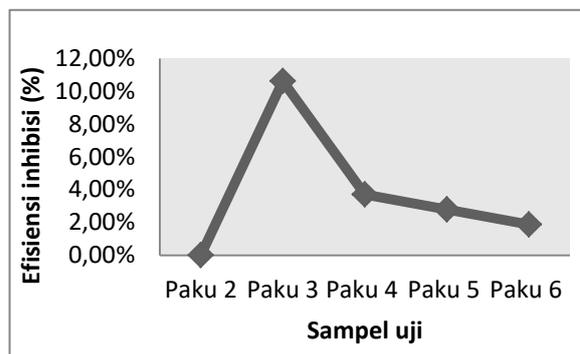
Efisiensi inhibisi

Pemberian inhibitor ekstrak biji mangga terhadap sampel paku besi yang digunakan dapat memperlambat laju korosi pada paku besi tersebut baik dengan perendaman dalam medium NaCl 3% maupun dalam medium air laut. Efisiensi inhibisi dari ekstrak yang digunakan bergantung pada konsentrasi inhibitor. Efisiensi inhibisi cenderung meningkat untuk setiap penambahan konsentrasi

inhibitor. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Efisiensi Inhibisi dalam Medium NaCl 3%



Gambar 4. Efisiensi inhibisi dalam medium air laut

Efisiensi inhibisi ekstrak biji mangga yang dihasilkan berbeda-beda tergantung pada konsentrasi inhibitor dan media korosif. Efisiensi inhibisi pada media korosif NaCl 3% mencapai 15,34% pada konsentrasi inhibitor 3%, sedangkan efisiensi inhibisi pada media korosif air laut hanya mencapai 10,63% pada konsentrasi inhibitor 2%. Efisiensi inhibisi tertinggi yang dihasilkan adalah pada konsentrasi inhibitor 3%, untuk medium korosif NaCl 3% dan konsentrasi inhibitor 2% pada medium air laut, hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut senyawa kompleks Fe-tanin terbentuk dengan sempurna dan menutupi seluruh permukaan baja. Namun pada konsentrasi inhibitor 4% dan 5%, efisiensi inhibisinya menurun. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi tersebut inhibitor sudah tidak dapat lagi berfungsi dengan baik untuk melapisi permukaan baja dengan sempurna atau dengan kata lain pada konsentrasi tersebut sudah tidak dapat membentuk Fe-tanin dengan sempurna, sehingga ion-ion korosif akan menyerang paku tersebut.

Adanya gugus alkohol sebagai kepala yang berikatan dengan cincin benzena akan mengikat atom Fe yang memiliki keelektronegatifan yang rendah. Cincin dari benzena akan menyuplai

elektron dari Fe sehingga terbentuk ikatan kovalen antar logam Fe dengan senyawa fenol yang berasal dari ekstrak biji mangga. Hal ini disebabkan oleh adanya awan-awan elektron dari cincin benzena pada tannin (Fessenden & Fessenden, 1982).

Perbedaan medium korosif menghasilkan laju korosi yang berbeda. Jika dilihat dari hasil penelitian, paku besi yang yang direndam menggunakan NaCl 3%, memiliki nilai laju korosi yang lebih tinggi yaitu 886,1859 *Mpy* dibandingkan dengan paku besi yang direndam menggunakan air laut alami yaitu sebesar 786,0650 *Mpy*. Efisiensi inhibisi tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 15,34% pada konsentrasi inhibitor 3% dengan media korosif NaCl 3%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Setia, (2015) dengan menggunakan daun mangga sebagai inhibitor organik menghasilkan efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 16,725% pada konsentrasi inhibitor 300 ppm.

Air laut buatan memiliki peluang yang lebih besar untuk terjadinya proses korosi pada suatu bahan logam dibandingkan dengan air laut alami. Hal ini karena pada air laut alami masih terdapat ion Mg^{2+} dan Ca^{2+} . Keberadaan ion-ion tersebut dapat memperkecil laju korosi karena kemampuannya untuk membentuk lapisan $CaCO_3$ dan $Mg(OH)_2$ dipermukaan material hasil dari reaksi katodik oksigen dipermukaan logam (Schumacher, 1999). Larutan NaCl merupakan contoh air laut buatan yang paling sering digunakan dalam penelitian, karena dalam larutan NaCl akan terbentuk ion-ion (Na^+ dan Cl^-) yang menyebabkan larutan ini mampu menghasilkan nilai konduktivitas untuk menghubungkan antara anoda dan katoda dan juga dapat mempercepat laju korosi yang terjadi dengan reaksi elektrokimia.

Kesimpulan

Penambahan ekstrak biji mangga dapat menurunkan nilai laju korosi pada paku besi baik dalam medium korosif NaCl 3% maupun dalam air laut. Efisiensi inhibisi tertinggi yang dihasilkan dengan medium NaCl 3% terletak pada inhibitor dengan konsentrasi 3% dan dengan medium air laut terletak pada inhibitor dengan konsentrasi 2%. Nilai efisiensi inhibisi masing-masing adalah 15,34% dan 10,63%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Husnia Muchtar sebagai laboran Laboratorium Kimia FKIP UNTAD, yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

Abdurahman, F. (2010). Pengaruh waktu perendaman baja karbon rendah dengan

- penambahan ekstrak ubi ungu sebagai green corrosion inhibitor di lingkungan HCl 1 M. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ahmed, M. (1998). Probabilistic estimation of remaining life of a pipeline in the presence of active corrosion defects. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 75(4), 321–329.
- ASTM. (1999). ASTM G1 - Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Camila, G., & Alexandre, F. (2014). Corrosion inhibitors – Principles, mechanisms and applications. *Developments in Corrosion Protection*, 16, 365–379.
- Emriadi, & Stiadi, Y. (2010). Mekanisme dan laju reaksi inhibisi korosi baja oleh tanin. Padang.
- Engels, C., Schieber, A., & Ga, M. G. (2011). Inhibitory spectra and modes of antimicrobial action of gallotannins from mango kernels (*Mangifera indica* L.). *Applied and Environmental Microbiology*, 77(7), 2215–2223.
- Favre, M., & Landolt, D. (1993). The influence of gallic acid on the reduction of rust on painted steel surfaces. *Corrosion Science*, 34(9), 1481–1494.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1982). Kimia organik (edisi ketiga). Jakarta: Erlangga.
- Harborne, J. B. (1996). Metode fitokimia penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. Bandung: ITB.
- Hosary, A. A. El, Saleh, R. M., & Din, A. M. S. El. (1972). Corrosion inhibition by naturally occurring substances-I. The effect of Hibiscus subdariffa (karkade) extract on the dissolution of Al and Zn. *Corrosion Science*, 12(12), 897–904.
- Ilim, Pandiangan, K. D., & Sudrajat. (2007). Studi penggunaan tumbuhan tembakau, teh dan kopi sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam air laut buatan yang jenuh CO₂. *Sains MIPA*, 13(2), 163–168.
- Irianty, S. R., & Khairat. (2013). Ekstrak daun pepaya sebagai inhibitor korosi pada baja AISI 4140 dalam medium air laut. *Teknologi*, 4(2), 77–82.
- Kristianto, A. (2013). Pengaruh ekstrak kasar tanin dari daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) pada pengolahan air. Jember: Universitas Jember.
- Legesse, M. B., & Emire, S. A. (2012). Functional and physicochemical properties of mango seed kernels and wheat flour and their blends for biscuit production. *African Journal of Food and Technology*, 3(9), 193–203.
- Nasution, Y. R. A., Hermawan, S., & Hasibuan, R. (2012). Penentuan efisiensi inhibisi reaksi korosi baja menggunakan ekstrak buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Teknik Kimia*, 1(2), 45–48.
- Nurdin, I., & Syahri, M. (1999). Inhibisi korosi baja karbon di dalam larutan karbonat bikarbonat. In Proceedings of The 10th Asia Pacific Corrosion Control Conferenc (Vol. 3, pp. 19–23). Bali Indonesia.
- Purnomo, A., Sumarij, & Syuhri, A. (2015). Pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah kakao terhadap laju korosi pipa baja karbon A53 pada media air laut. *Jurnal Rotor*, 8(1), 8–13.
- Schumacher, M. (1999). Seawater corrosion handbook. New York: Noyes Data Corp.
- Setia, D. (2015). Penghambatan laju korosi dengan memanfaatkan ekstrak daun mangga (*Mangifera indica* L) sebagai inhibitor korosi. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Widyastuti, Y. E., Paimin, & Farry, B. (1993). Mengenal buah unggul Indonesia. Jakarta: PT Penebar Swadaya.