

Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya l*) sebagai Inhibitor pada Baja ST37 dalam Medium Korosif NaCl 3% dengan Variasi Waktu Perendaman

Ramon Sanjaya^{(1)*}, Ediman Ginting⁽¹⁾, dan Agus Riyanto⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Fisika FMIPA Unila,
Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35144.
*E-mail: ramonsanjaya42@Gmail.com

Diterima (22 Februari 2018), Direvisi (19 Maret 2018)

Abstract. This research aims to determine the effectiveness of papaya leaf extract (*carica papaya l*) as inhibitor on st37 steel in corrosive medium nacl 3 %. To find out the corrosion rate resulted by weight reduction method. To know the phase formed on steel is done XRD analysis. While, to know the micro structure and corrosion products produced on steel after soaked in corrosive medium with inhibitor and without inhibitor papaya leaf extract, SEM and EDS analysis were performed. Based on the results of XRD analysis, SEM and EDS with the addition of inhibitors of the diffraction peaks decreased, and the corroded surface area decreased, and the reduction of FeO content in the sample was less. From the three analyzes and calculation of corrosion rate obtained that inhibitor papaya leaf extract, effectively inhibiting the corrosion rate on St37 Steel.

Key words. Steel St37, corrosion inhibitor, NaCl and *carica papaya l* leaves extract.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya l*) sebagai inhibitor pada baja St37 dalam medium korosif NaCl 3 %. Untuk mengetahui laju korosi yang dihasilkan dilakukan metode pengurangan berat. Untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada baja dilakukan analisis XRD. Sedangkan, untuk mengetahui struktur mikro dan produk-produk korosi yang dihasilkan pada baja setelah direndam dalam medium korosif dengan inhibitor dan tanpa inhibitor ekstrak daun pepaya dilakukan analisis SEM dan EDS. Berdasarkan hasil analisis XRD, SEM dan EDS dengan adanya penambahan inhibitor puncak-puncak difraksi berkurang, dan luas permukaan sampel yang terkorosi berkurang, serta pengurangan kadar FeO dalam sampel lebih sedikit. Dari ketiga hasil analisis dan perhitungan laju korosi didapatkan bahwa inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya L*) efektif dalam menghambat laju korosi pada baja St37.

Kata kunci. Baja St37, ekstrak daun pepaya, inhibitor korosi, dan NaCl.

PENDAHULUAN

Baja St37 merupakan salah satu baja yang biasa digunakan dalam industri perkapalan. Baja St37 adalah baja yang digolongkan mempunyai kekuatan tarik yang baik yaitu berkisar antara 37 - 45 kg/mm². Baja St37 digolongkan kadar karbon rendah karena memiliki nilai karbon sebesar 0,468 - 574 % [1]. Baja ini juga memiliki harga yang lebih murah. Tetapi,

baja jenis ini memiliki kelemahan yaitu mudah terkorosi [2]. Terjadinya korosi tidak dapat dihindari, namun laju korosi ini dapat dikurangi. Pengurangan laju dari proses korosi dapat dilakukan dengan proteksi katodik [3], proteksi anodik [4], pelapisan (*coating*) [5] dan penambahan inhibitor [6]. Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi karena

biayanya murah dan prosesnya sederhana [7].

Inhibitor korosi terdiri dari inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor anorganik antara lain silikat, borat, tungstat, fostat, kromat, dikromat, dan arsenat merupakan jenis bahan kimia yang berbahaya, mahal dan tidak ramah lingkungan [3]. Oleh karena itu, saat ini banyak dikembangkan penggunaan bahan organik yang lebih alami untuk dijadikan bahan inhibitor korosi yang lebih aman [8]. Menurut hasil penelitian [6] telah didapatkan bahwa senyawa antioksidan dalam ekstrak kulit buah manggis dapat menghambat reaksi korosi baja *stainless steel* dalam larutan garam. Kandungan zat antioksidan, seperti polifenol, tanin, alkaloid, saponin, minyak atsiri, dan asam amino yang memiliki banyak unsur N, O, P, S yang dapat membentuk senyawa kompleks yang mampu menghambat korosi logam [8].

Salah satu bahan alam yang banyak mengandung zat antioksidan dan berpotensi sebagai inhibitor korosi adalah daun pepaya (*Carica papaya L.*). Daun pepaya juga memiliki senyawa kimia N-asetilglukosaminida yang berfungsi sebagai pelindung dari korosi [7]. Selain itu, daun pepaya mudah didapatkan, harganya murah, dan ramah lingkungan. Saat ini, efektivitas ekstrak daun pepaya dalam menghambat korosi belum teruji secara ilmiah. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun pepaya pada baja St37 yang direndam pada larutan NaCl 3 % pada penambahan inhibitor dan tanpa inhibitor dengan waktu perendaman 4 hari, 6 hari dan 8 hari. Maka peneliti ingin mengetahui pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi pada baja karbon St37 dalam larutan NaCl 3% dan mengetahui efisiensi inhibisi dari ekstrak daun pepaya pada baja karbon St37 serta mengetahui struktur mikro dan produk – produk korosi yang dihasilkan pada baja setelah direndam

dalam medium korosi. Untuk melihat laju korosi pada penelitian di lakukan dengan metode pengurangan berat sedangkan untuk melihat produk-produk korosi yang dihasilkan sampel diuji dengan karakterisasi XRD dan di perkuat dengan uji SEM dan EDS.

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan daun pepaya segar sebanyak 10 kg dan dikeringkan dalam suhu kamar selama 20 hari untuk menghilangkan kadar air, kemudian dihaluskan dan diekstraksi dengan etanol 70%. Hasil ekstraksi disaring dan filtrat diuapkan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 50°C hingga menghasilkan ekstrak pekat. Selanjutnya baja yang sudah dipotong dengan ukuran 20 mm, lebar 20 mm, dan tinggi 5 mm dibersihkan dan ditimbang.

METODE PENELITIAN

Selanjutnya baja yang sudah ditimbang dimasukkan dalam medium korosif NaCl 3 % dengan konsentrasi inhibitor 0 % dan 15 % dan 3 variasi waktu perendaman yaitu selama 4 hari, 6 hari, dan 8 hari. Perendaman sampel ditunjukkan pada **Gambar 1**. Setelah direndam, sampel ditimbang kembali untuk mengetahui pengurangan massa yang terjadi.



Gambar 1. Perendaman sampel baja.

Untuk melihat fasa yang terbentuk dalam baja dilakukan uji XRD, uji baja menggunakan XRD dilakukan dengan sinar-X dari Cu-K α dengan panjang gelombang 1,54060 Å serta sudut 2 θ antara 10-90°. Analisis kualitatif terhadap hasil XRD dengan metode *search match analysis* / metode pencocokan data yang diperoleh dengan pangkalan data PDF (*Power Diffraction File data base*). Software yang digunakan untuk mengidentifikasi adalah *X'Pert HighScore*. Kemudian untuk mengetahui struktur permukaan baja maka dilakukan uji SEM Pada uji ini menggunakan detektor *backscattered*, elektron memberikan perbedaan berat molekul dari atom-atom yang menyusun permukaan, atom dengan berat molekul lebih besar akan berwarna lebih cerah dari pada atom dengan berat molekul rendah [5]. Untuk memperkuat, bahwa baja yang digunakan telah terkorosi maka dilakukan uji EDS. Pengujian EDS menggunakan detector SE (*Secondary electron*). Kemudian perhitungan laju korosi dan efisiensi inhibitor ditunjukkan pada **Persamaan 1 dan 2**.

$$CR = \frac{Km}{AT\rho} \tag{1}$$

dengan CR = Laju korosi (mm/tahun), K = Konstanta laju korosi, W = Selisih massa (mg),
 A = Luas permukaan (mm²), T = Waktu perendaman (tahun), ρ = Massa jenis (mg/mm³).

$$\eta(\%) = \frac{(CR_{uninhibited} - CR_{inhibited})}{CR_{uninhibited}} \times 100\% \tag{2}$$

dengan η = Efisiensi inhibitor (%),
 $CR_{uninhibited}$ = Laju korosi tanpa inhibitor (mm/tahun), $CR_{inhibited}$ = Laju korosi dengan inhibitor (mm/tahun).

Tabel 1. Kode sampel.

No	Kode Sampel	Keterangan
1.	St37 4.0	Waktu perendaman 4 hari pada inhibitor 0 %
2.	St37 6.0	Waktu perendaman 6 hari pada inhibitor 0 %
3.	St37 8.0	Waktu perendaman 8 hari pada inhibitor 0 %
4.	St37 4.15	Waktu perendaman 4 hari pada inhibitor 15 %
5.	St37 6.15	Waktu perendaman 6 hari pada inhibitor 15 %
6.	St37 8.15	Waktu perendaman 8 hari pada inhibitor 15 %
7.	St37 raw	Sampel baja raw

Untuk mempermudah penyajian dan analisis data maka digunakan teknik pengkodean sampel seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan Laju Korosi

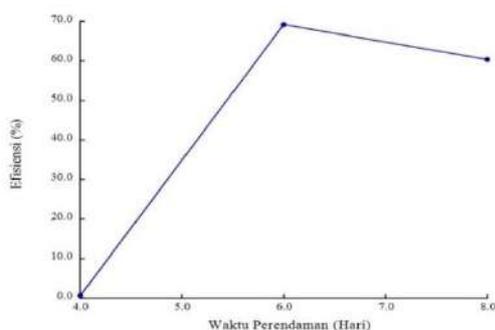
Pada Tabel 2 dapat dilihat laju korosi pada baja St37, dimana baja yang direndam tanpa inhibitor memiliki laju korosi lebih besar dibandingkan dengan menggunakan inhibitor. Pada baja tanpa inhibitor korosi paling rendah pada perendaman selama 4 hari yaitu sebesar 22,84 mm/y. Selanjutnya pada perendaman selama 6 hari laju korosi meningkat menjadi 45,70 mm/y. Kemudian pada perendaman selama 8 hari laju korosi meningkat menjadi 53,78 mm/y. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama baja direndam dalam medium korosif maka laju korosi akan meningkat, dengan demikian waktu perendaman berpengaruh terhadap laju korosi. Hal ini disebabkan oleh senyawa yang terkandung dalam medium korosif NaCl sangat kuat menyerang baja, mengoksidasi Fe menjadi Fe²⁺ sehingga menyebabkan terjadinya korosi yang meningkat [4].

Tabel 2. Hasil perhitungan laju korosi pada baja St37.

No.	Sampel	Laju korosi (mm/y)
1.	St37 4.0	22,84
2.	St37 6.0	45,70
3.	St37 8.0	53,78
4.	St37 4.15	22,75
5.	St37 6.15	14,08
6.	St37 8.15	21,31

Untuk baja St37 menggunakan inhibitor, laju korosi pada perendaman selama 4 hari diperoleh sebesar 22,75 mm/y. Selanjutnya pada perendaman 6 hari laju korosi menurun menjadi 14,08 mm/y, penurunan ini dikarenakan adanya senyawa tanin yang ada dalam ekstrak daun pepaya. Dimana senyawa tanin tersebut dapat membentuk senyawa kompleks Fe-tanin dengan permukaan besi.

Hal ini dikarenakan tanin telah teradsorpsi pada permukaan besi, adsorpsi ini akan menjadi semacam pembatas yang memisahkan permukaan besi dari medium korosif. Akan tetapi laju korosi kembali meningkat pada perendaman selama 8 hari menjadi 21,31 mm/y, kenaikan laju korosi ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak daun pepaya yang digunakan telah mencapai titik jenuh sehingga kemampuan inhibitor untuk melindungi besi dari korosi sudah tidak berfungsi lagi dengan baik.

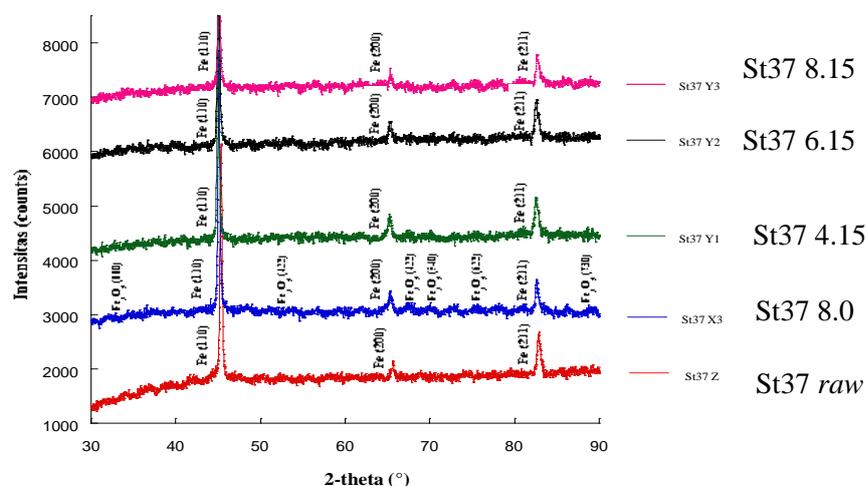


Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu perendaman terhadap efisiensi inhibitor ekstrak daun pepaya pada baja St37.

Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan waktu perendaman terhadap efisiensi inhibitor yang dihasilkan. Berdasarkan **Gambar 2** perendaman selama 4 hari menghasilkan efisiensi sebesar 0,39 %. Efisiensi meningkat pada perendaman selama 6 hari menjadi 69,19 %, hal ini diprediksi disebabkan karena terbentuknya lapisan pada permukaan baja St37 yang mampu melindungi permukaan baja dari serangan medium korosif NaCl. Akan tetapi, efisiensi menurun pada perendaman selama 8 hari menjadi 60,37 %, hal ini diprediksi disebabkan oleh kemampuan inhibitor untuk melindungi baja dari korosi sudah tidak berfungsi lagi dengan baik, karena pada hari ke-6 inhibitor sudah mulai jenuh, sehingga tidak melapisi permukaan baja secara sempurna yang dapat mempengaruhi nilai efisiensi inhibitor.

Analisis XRD (X-Ray Diffraction)

Gambar 3 merupakan hasil uji XRD pada sampel St37 raw, St37 8.0, St37 4.15, St37 6.15 dan, St37 8.15. Berdasarkan **Gambar 3**, hasil yang didapatkan berupa puncak-puncak tajam yang mengidentifikasi bahwa terbentuknya fasa kristal. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *High Score Plus* pada sampel St37 raw terdeteksi 3 puncak tertinggi yang merupakan fasa kristal berupa Fe dengan bidang kisi (110), (200) dan, (211). Pada sampel St37 8.0 terdeteksi 9 puncak tertinggi yang merupakan fasa kristal berupa Fe dan Magnetite (Fe_2O_3) dengan bidang kisi (110), (110), (422), (200), (422), (540) (622), (211), dan (730). Pada baja yang telah mengalami korosi fasa magnetite muncul karena logam yang dicelupkan dalam NaCl 3% memiliki fasa oksidasi yang merupakan produk dari korosi (Laksono, 2006).



Gambar 3. Hasil difaktogram analisis XRD.

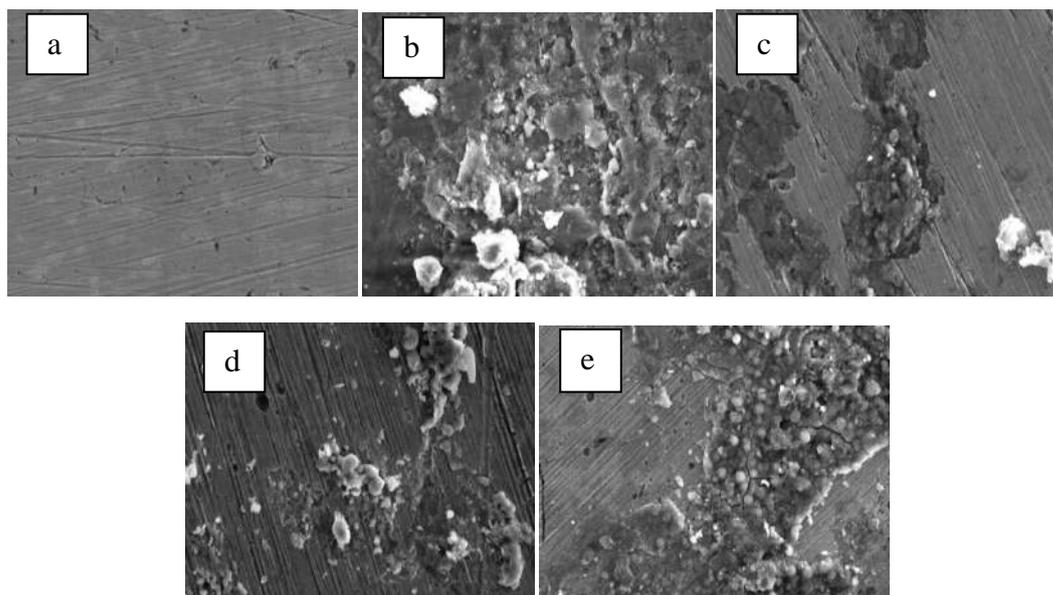
Sedangkan pada sampel St37 4.15, St37 6.15 dan St37 8.15 terdeteksi 3 puncak tertinggi yang merupakan fasa Fe dengan bidang kisi (110), (200), dan (211) (Giri, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa pada perendaman dengan menggunakan inhibitor puncak-puncak difraksi menjadi berkurang akibat penambahan inhibitor sehingga dapat disimpulkan bahwa inhibitor yang digunakan bekerja.

Analisis SEM-EDS

Foto SEM dilakukan untuk melihat permukaan sampel yang telah terkorosi. Berdasarkan hasil analisis SEM seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwasampel yang digunakan terkorosi, dimana terjadi perubahan struktur permukaan pada sampel. Hal ini diperkuat dengan hasil uji EDS yang menyatakan bahwa sampel baja telah terkorosi dengan berkurangnya kadar FeO dalam baja. Gambar 4(b) menunjukkan bahwa permukaan sampel baja tanpa inhibitor (St37 8.0) lebih terkorosi dibandingkan permukaan sampel baja yang menggunakan inhibitor, seperti ditunjukkan pada Gambar 4 (c), (d), dan (e). Hal ini berbanding lurus dengan hasil perhitungan laju korosi yang menyatakan bahwa sampel St37 8.0

memiliki laju korosi paling tinggi yaitu sebesar 53,78 mm/y.

Analisis SEM yang dilakukan menggunakan detektor *backscattered*. Detektor ini, elektron memberikan perbedaan berat molekul dari atom-atom yang menyusun permukaan, atom dengan berat molekul lebih besar akan berwarna lebih cerah dari pada atom dengan berat molekul rendah [5]. Berdasarkan hasil analisis EDS pada Gambar 4(b) dapat dipastikan bahwa, permukaan yang berwarna terang merupakan unsur Fe, Ca, dan Cr. Warna permukaan yang cenderung gelap merupakan unsur Si, Al, S, dan Na. Sedangkan permukaan yang berwarna gelap merupakan unsur C dan O. Gambar 4(c) dan (d) dapat dipastikan bahwa, pada permukaan yang berwarna terang merupakan unsur Fe dan Cr. Warna permukaan yang cenderung gelap merupakan unsur Si dan Al. Sedangkan permukaan yang berwarna gelap merupakan unsur C dan O. Gambar 4(e) dapat dipastikan bahwa, pada permukaan yang berwarna terang merupakan unsur Fe, Ca, dan Cr. Warna permukaan yang cenderung gelap merupakan unsur Al dan Na. Sedangkan permukaan yang berwarna gelap merupakan unsur C dan O.



Gambar 4. Hasil SEM St37 dengan perbesaran 1.000 x.

Tabel 3. Hasil analisis EDS.

No.	Unsur/Senyawa	St37 raw	St37 4.15	St37 6.15	St37 8.15	St37 8.0
		Persentase (%)				
1.	C	8,65	15,41	13,62	28,36	34,69
2.	Al	0,23	0,27	0,30	0,23	0,22
3.	Si	0,55	0,20	0,18	0,24	0,58
4.	Mn	0,77	-	-	-	-
5.	Fe	89,80	64,56	66,10	54,08	47,36
6.	O	-	19,15	19,53	16,28	15,40
7.	Na	-	-	-	0,47	0,36
8.	S	-	-	-	-	0,22
9.	Ca	-	-	-	0,34	0,36
10.	Cr	-	0,40	0,28	-	0,81
11.	Al ₂ O ₃	0,33	0,52	0,22	0,43	0,21
12.	SiO ₂	0,89	0,43	0,12	0,52	0,52
13.	MnO	0,78	-	-	-	-
14.	Na ₂ O	-	-	-	0,64	0,39
15.	SO ₃	-	-	-	-	0,17
16.	CaO	-	-	-	0,48	0,22
17.	Cr ₂ O ₃	-	0,58	0,11	-	0,39
18.	FeO	91,55	83,06	85,03	69,57	60,92

Hasil analisis EDS kelima sampel ditunjukkan pada **Tabel 3**. Berdasarkan hasil analisis EDS, berkurangnya kadar FeO dalam sampel menunjukkan telah terjadi korosi pada baja ini. Semakin lama baja direndam dalam medium korosif maka semakin berkurang kadar FeO dalam sampel. Hal ini berbanding lurus dengan

perhitungan laju korosi, semakin besar laju korosi pada sampel maka semakin berkurang kadar FeO akibat terkorosi. Pada **Tabel 4** hasil analisis EDS terdeteksi unsur pengotor yaitu natrium (Na), unsur natrium ini dapat terdeteksi karena pada saat perendaman, kandungan natrium dari medium korosif NaCl ikut tercampur pada inhibitor lalu melapisi permukaan baja.

KESIMPULAN

Semakin lama waktu perendaman yang digunakan, maka semakin besar laju korosi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis XRD, SEM dan EDS dengan adanya penambahan inhibitor puncak-puncak difraksi berkurang, dan luas permukaan sampel yang terkorosi berkurang, serta pengurangan kadar FeO dalam sampel lebih sedikit. Dari ketiga hasil analisis dan perhitungan laju korosi didapatkan bahwa inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica Papaya L*) efektif dalam menginhibisi laju korosi pada baja St37.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Lampung dan Kepala Laboratorium Fisika Material FMIPA Universitas Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusmardi and Feidihal, "Analisa persentase kandungan karbon pada logam baja," *Tek. Mesin*, vol. 1, no. 3, 2006.
- [2] S. A., Budianto, K., Purwantini, and B.A.T., "Pengamatan Struktur Mikro pada Korosi antar Butir dari Material Baja Tahan Karat Austenitik setelah mengalami Proses Pemanasan," *J. Forum Nukl.*, vol. 3, no. 2, pp. 107–129, 2009.
- [3] N. L. Indrayani, "Studi Pengaruh Ekstrak Eceng Gondok Sebagai Inhibitor Korosi Untuk Pipa Baja Ss400 Pada Lingkungan Air," vol. 4, no. 2, pp. 47–56, 2016.
- [4] S. Handani and M. S. Elta, "PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK DAUN PEPAYA TERHADAP KOROSI BAJA KARBON SCHEDULE 40 GRADE B ERW DALAM MEDIUM AIR LAUT DAN AIR TAWAR," *J. Ris. Kim.*, 2017.
- [5] S. Laju, S. Morfologi, A. M. Putri, and I. Rochani, "Studi Laju Korosi dan Surface Morfologi Pipa Bawah Laut API 5L Grade X65 dengan Variasi Sudut Bending," *J. Tek. ITS*, 2012.
- [6] A. A., "Penghambatan Reaksi Korosi Baja Dengan Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Grasnia mangostana L*)," *J. Gradien*, vol. 4, no. 1, pp. 1–3, 2007.
- [7] Y. K. Afandi, I. S. Arief, and Amiadji, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *J. Tek. ITS*, 2015.
- [8] P. A. Machfudzoh, M. N. Amin, L. Sandra, D. Putri, F. K. Gigi, and U. Jember, "Efektivitas Ekstrak Daun Belimbing Wuluh sebagai Bahan Inhibitor Korosi pada Kawat Ortodonsi Berbahan Dasar Nikel-Titanium (Effectiveness of Bilimbi Leaves Extract as Corrosion Inhibitor on Nickel-Titanium Orthodontic Wire)," no. kelompok 3, 2014.

Ramon dkk.: Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya l*) Sebagai Inhibitor Pada Baja St37 Dalam Medium Korosif NaCl 3 % Dengan Variasi Waktu Perendaman