



Analisis Laju Korosi Baja Galvalum Dengan Inhibitor Kulit Jeruk Siam Dengan Larutan H_2SO_4 0,1 M

(*Analysis of Corrosion Rate of Galvalume Steel with Siamese
Orange Peel Inhibitor with 0.1 M H_2SO_4 Solution*)

Nathanael Dean Putra Mendrofa¹, Purwadi²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: penerbangandalan12@gmail.com, purwadi.jogjakarta@gmail.com

Abstrak — Korosi adalah suatu fenomena alam, dimana terjadi kerusakan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia ataupun elektrokimia sehingga mengubah logam tersebut menjadi campuran logam seperti *oxide*, *hydroxide*. Di dunia aviasi sendiri, korosi umumnya terjadi pada atap hanggar maupun *shelter* yang menggunakan baja ringan galvalum. Material baja ringan (*Cold Formed Steel*) merupakan baja profil yang dibentuk sedemikian rupa melalui proses pendinginan sebuah pelat baja. Sekalipun baja ringan galvalum mempunyai sifat tahan terhadap adanya korosi akan tetapi hal tersebut tidaklah 100%, baja ringan galvalum tetap mengalami korosi karena pengaruh dari lingkungannya tersebut seperti lingkungan air laut dan lingkungan sekitar yang memiliki kandungan H_2SO_4 0,1 M (hujan asam). Korosi sendiri dapat menimbulkan kerugian materi yang cukup besar dari segi keselamatan dan biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah inhibitor ekstrak kulit jeruk siam dapat mempengaruhi laju korosi pada baja ringan galvalum yang direndam dalam larutan media korosif H_2SO_4 0,1 M dengan waktu rendam selama satu minggu, dua minggu, dan tiga minggu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat dinyatakan bahwa inhibitor ekstrak kulit jeruk siam bekerja secara efektif dengan dicampur dalam larutan korosif H_2SO_4 0,1 M dengan metode maserasi. Laju Korosi Permukaan juga mengalami penurunan pada waktu pelaksanaan perendaman selama 168 jam (satu minggu) sebesar 7,6796 mpy, selama 336 jam (dua minggu) sebesar 25,5040 mpy, dan yang terakhir selama 504 jam (tiga minggu) sebesar 31,2242 mpy. Data diatas diambil dari rata-rata laju korosi permukaan tiga spesimen tiap minggunya. Semakin lama waktu pelaksanaan perendaman dengan menggunakan inhibitor ekstrak kulit jeruk siam, maka mekanisme penghambatan laju korosi permukaan akan semakin efektif karena inhibitor ekstrak kulit jeruk siam dapat membentuk lapisan pelindung pada permukaan spesimen benda uji dengan baik dan merata.

Kata Kunci — Korosi, Inhibitor Ekstrak Kulit Jeruk Siam, Waktu Perendaman

Abstract — *Corrosion is a natural phenomenon, in which metal damage occurs due to chemical or electrochemical reactions that turn the metal into a metal mixture such as oxide, hydroxide. In the world of aviation itself, corrosion generally occurs on the roofs of hangars and shelters that use galvalume mild steel. Mild steel material (Cold Formed Steel) is profile steel formed in such a way through the cooling process of a steel plate. Even though galvalume mild steel has corrosion resistance properties but this isn't 100%, galvalume mild steel still experiences corrosion due to the influence of the environment such as the seawater environment and the surrounding environment which contains 0,1 M H_2SO_4 (acid rain). Corrosion itself can cause substantial materials losses in terms of safety and costs. The purpose of this study was to determine whether the inhibitor of Siamese orange peel extract could affect the corrosion rate of galvalume mild steel immersed in a 0,1 M H_2SO_4 corrosive medium with immersion times of one week, two weeks, and three weeks. Based on the results of the research that has*

* Nathanael Dean Putra Mendrofa
E-mail: penerbangandalan12@gmail.com

been done, it can be stated that the inhibitor of Siamese orange peel extract works effectively when mixed in a corrosive solution of 0,1 M H₂SO₄ using the maceration method. Surface Corrosion Rate also decreased during immersion for 168 hours (one week) of 7,6796 mpy, for 336 hours (two weeks) of 25,5040 mpy, and finally for 504 hours (three weeks) of 31,2242 mpy. The above data is taken from the average surface corrosion rate of three specimens each week. The longer the immersion time using Siamese orange peel extract inhibitor, the mechanism for inhibiting the surface corrosion rate will be more effective because the Siamese orange peel extract inhibitors can form a protective layer on the surface of the specimen well and evenly.

Keywords — Corrosion, Siamese Orange Peel Extract Inhibitor, Soaking Time

I. PENDAHULUAN

Di bandara baik milik sipil maupun militer, sering terlihat beberapa bangunan yang tertutup tempat menaruh (menyimpan dan memperbaiki) pesawat terbang, tempat itu dinamakan hanggar. Dilain sisi ada sebuah tempat yang sekilas mirip dengan hanggar tetapi hanya memiliki atap (untuk sisi-sisinya terkadang tidak ditutup), tempat itu dinamakan shelter pesawat. Shelter sendiri dibutuhkan banyak dalam lingkungan TNI Angkatan Udara, khususnya untuk skadron-skadron udara yang akan menerima pesawat-pesawat baru yang akan melengkapi kekuatan udara Indonesia. Pada pembangunan atap hanggar maupun shelter pesawat terbang sendiri, hampir seluruh material yang digunakan adalah baja ringan. Baja ringan memiliki keunggulan yang tidak dimiliki bahan lainnya, yaitu mudah dalam pemasangannya, mudah dipotong, mudah dibentuk mengikuti bentuk yang telah direncanakan, memiliki tegangan tarik yang tinggi, memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan lama, serta memiliki sifat anti rayap (Pandu, 2021).

Di dalam dunia aviasi, khususnya pada bagian perawatan serta pemeliharaan pesawat terbang sendiri pada umumnya ditemui korosi. Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan, dalam hal ini adalah interaksi secara kimiawi (Mars G. Fontana, 1987). Pada umumnya korosi tidak bisa dicegah secara menyeluruh tapi masih memungkinkan untuk mengurangi laju korosi yang sedang terjadi pada material tersebut. Pencegahan atau usaha pengendalian laju korosi dapat dilaksanakan dengan beragam cara, salah satunya adalah dengan menambahkan inhibitor sebagai zat yang mencegah terjadinya korosi. Penggunaan inhibitor pada dunia industri sendiri biasanya masih menggunakan senyawa yang berbahaya yang mencemari lingkungan.

Jeruk (*Citrus Sp.*) adalah tanaman tahunan yang berasal dari Asia, terutama China. Sejak ratusan tahun yang lampau, tanaman ini sudah terdapat di Indonesia, baik sebagai tanaman liar maupun sebagai tanaman di perkarangan rumah (Pracaya, 2009). Jeruk ada berbagai jenis tapi yang mudah kita temukan adalah jeruk siam atau biasa kita menyebutkan dengan nama jeruk kupas dengan nama latin *Citrus Reticulata*. Kulit jeruk sendiri pada umumnya menghasilkan vitamin c dan terdiri dari bahan-bahan yang kaya dengan kandungan senyawa *flavonoid* atau tanin. Senyawa *flavonoid* atau tannin yang dimiliki adalah senyawa yang memiliki zat antioksidan yang tinggi. Antioksidan dapat menghambat proses oksidasi, sehingga senyawa antioksidan ini dapat mengendalikan laju korosi yang terjadi. Dengan penggunaan inhibitor organik diharapkan mampu menjadi solusi dalam mendayagunakan limbah-limbah organik yang tidak diperlukan menjadi bermanfaat.

II. TEORI DAN METODOLOGI

Anugrahita dan Infantono dalam penelitian yang dilakukan menggunakan media uji larutan asam lemah (CH₃COOH), proses pemberian inhibitor dapat meningkatkan ketahanan logam terhadap korosi. Pada percobaan yang diaplikasikan pada selongsong amunisi MU-2TJ,

selongsong yang diberi inhibitor memiliki laju korosi yang lebih rendah dibandingkan dengan selongsong amunisi yang tidak diberi inhibitor. Persamaan dengan tugas akhir yang dibuat adalah menggunakan inhibitor sebagai penahan laju korosi pada spesimen benda uji yang diujikan. Perbedaan dengan penelitian yang dibuat sekarang adalah pada percobaan terdahulu menggunakan ekstrak daun jambu biji sedangkan yang sekarang menggunakan ekstrak kulit jeruk siam, pada percobaan terdahulu menggunakan media CH_3COOH dan HCL sedangkan pada percobaan tugas akhir sekarang menggunakan media korosif H_2SO_4 0,1 M.

Ardi Prasetya Yanuar dkk dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi Pada Material Pipa Dalam Larutan Air Laut Buatan. Jurnal Teknik Its Vol. 5, No. 2 (2016) menyebutkan bahwa kinerja inhibitor dapat dipengaruhi oleh daya rekat inhibitor pada permukaan material. Semakin pekat inhibitor yang dihasilkan maka semakin baik daya rekat terhadap material. Semakin kuat daya rekat yang dimiliki inhibitor terhadap material, maka semakin kuat lapisan yang dibentuk oleh inhibitor tersebut untuk menghambat laju korosi yang terjadi.

Nani Mulyaningsih dkk dalam penelitiannya menemukan bahwa inhibitor terbukti mampu mengurangi laju korosi rantai kapal. Didapatkan kemampuan inihibisi terbaik pada penambahan konsentrasi inhibitor sebanyak 9% mampu menurunkan laju korosi sebesar 0,066 mpy, yang sebelumnya 2,503 mpy.

Nababan melakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi ekstrak daun jambu biji terhadap laju korosi besi dalam media asam klorida. Variasi konsentrasi inhibitor yang digunakan adalah dari 1g, 3g, 5g, 7g, dan 9g dengan variasi perendaman 0,3,6,9, dan 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor paling efektif dalam menurunkan laju korosi. Nilai laju korosi sebesar 0,000079 g/cm^2 hari.

Korosi

Korosi adalah suatu fenomena alam, dimana terjadi kerusakan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia ataupun elektrokimia sehingga mengubah logam tersebut menjadi campuran logam seperti *oxide*, *hydroxide*. Menurut Ali Rosyidin korosi tersebut terjadi karena interaksi logam secara umum timbul sebagai reaksi yang diakibatkan oleh adanya elektrolit-elektrolit yang bersentuhan dengan permukaan logam. Adapun faktor-faktor penyebab korosi antara lain, elektrolit, sel elektrokimia, permukaan logam tak rata, kelembaban udara, pH, suhu, bakteri, dan *Galvanic Coupling*.

Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1-200 mpy. Adapun ketentuan umum yang sudah disepakati secara internasional, 1 mil = 0,001 inch dan 1 inch = 25,4 mm. Tabel di bawah ini adalah penggolongan tingkat ketahanan material berdasarkan laju korosinya.

Tabel 1. Tingkat Ketahanan Material Berdasarkan Laju Korosinya

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	<i>Approximate Metric Equivalent</i>				
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1 - 5	0,02 - 0,1	25 - 100	2 - 10	1 - 5
<i>Good</i>	5 - 20	0,1 - 0,5	100 - 500	10 - 50	5 - 20
<i>Fair</i>	20 - 50	0,5 - 1	500 - 1000	50 - 10	20 - 50
<i>Poor</i>	50 - 200	42125	1000 - 5000	150 - 500	50 - 200
<i>Unacceptable</i>	< 200	< 5	< 5000	< 500	< 200

Kehilangan Berat (Weight Loss)

(Aris Munandar, 2020) Adapun cara menghitung pada proses percobaan ini menggunakan metode kehilangan berat (weight loss) sebagai berikut:

$$CPR = \frac{KW}{\rho At}$$

Keterangan:

- LKP = Laju Korosi Permukaan (mpy)
- K = Konstanta = 534 (untuk satuannya mpy)
- W = Selisih berat (miligram)
- A = Luas permukaan logam (inch²)
- T = Waktu eksposure dalam media korosif (jam)
- ρ = massa jenis logam (gram/cm³)

Inhibitor

Suatu zat yang apabila ditambahkan pada suatu media korosif maka larutan tersebut akan dapat menghambat laju korosi. Menurut reaksi yang dihambat, inhibitor katodik menghambat reaksi reduksi pada suatu peristiwa korosi. Molekul terabsorpsi dipermukaan logam, sehingga mengurangi akses ion hidrogen menuju permukaan elektroda. Dengan berkurangnya akses ion hidrogen yang menuju permukaan elektroda, maka reaksi evolusi hidrogen akan terhambat dan berakibat turunya laju korosi.

Baja Ringan

Baja ringan adalah salah satu material bangunan yang biasanya digunakan untuk konstruksi, terutama pada bagian atap bangunan. Baik itu digunakan untuk pembangunan rumah, gudang, tempat parkir, pabrik, maupun bangunan lainnya yang biasa dibuat dalam konstruksi. Baja ringan ini pada umumnya terbentuk dari bahan dasar campuran seng dan alumunium. Penggunaan baja ringanpun akhirnya mengalami banyak kemajuan, terutama dalam segi mutu. Sudah banyak produsen rangka baja ringan yang menyesuaikan pembuatan material ini dengan standar SNI (Standar Nasional Indonesia)

Kulit Jeruk

Jeruk adalah tumbuhan berbunga dari suku rutaceae atau suku tanaman jeruk-jerukan dengan marga citrus. Kulit jeruk telah diteliti memiliki kandungan antioksidan yang tinggi. Pada kulit jeruk terdapat senyawa flavonoid dan lignin. Flavonoid merupakan salah satu zat metabolit

sekunder yang terdapat pada jeruk dan kulit jeruk yang berperan sebagai antioksidan, penghambat enzim tirosinase dan juga bekerja pada bagian akhir dari jalur oksidatif melanogenesis. Selain itu, beberapa jenis flavonoid seperti hesperidin, naringin, neohesperidin dan nobiletin telah terbukti in vitro dapat menghambat enzim tyrosinase (Siti et al. 2017, Vol. 4, No. 2).

Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat merupakan asam mineral yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri utama kimia. Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton dengan nilai perdagangan US\$8 juta. Asam sulfat memiliki rumus kimia H_2SO_4 dan memiliki massa molar sebesar 98,08 g/mol. Asam sulfat sendiri memiliki ciri tidak berwarna, berminyak, tidak berbau, dan higroskopis. Nama lain asam sulfat adalah vitriol. Zat ini memiliki titik lebur sebesar $10^\circ C$ ($283^\circ K$) serta titik didih sebesar $37^\circ C$ ($610^\circ K$). Asam sulfat juga memiliki sifat korosif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

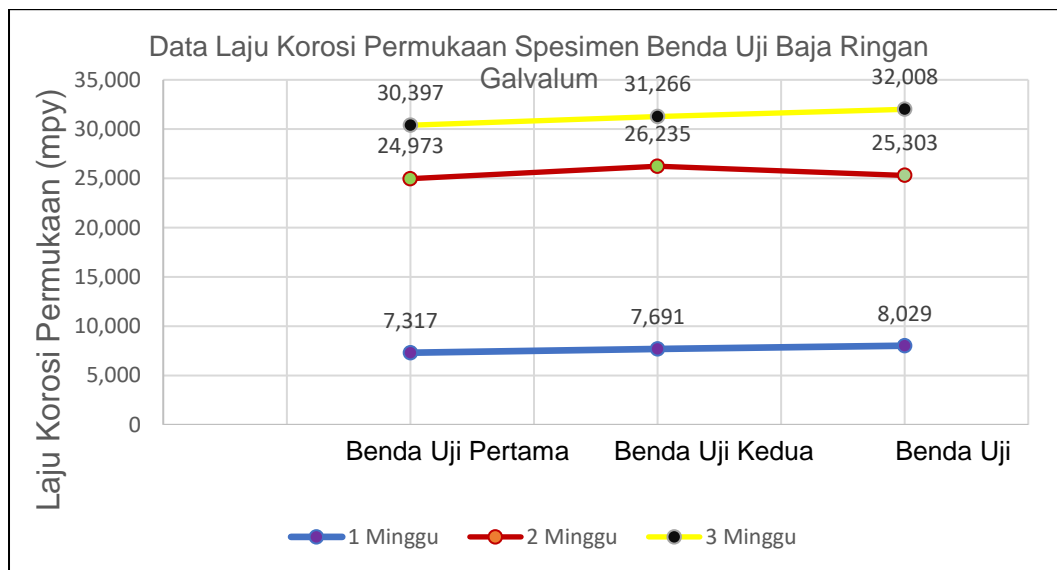
A. Perhitungan Laju Korosi

Proses pengukuran laju korosi ini dimulai dengan pengukuran dimensi spesimen benda uji dan berat spesimen benda uji. Hal ini dimulai sebelum proses perendaman tiap-tiap baja ringan Galvalum sebagai spesimen benda uji yang akan digunakan akan dihitung dimensinya mulai dari panjang, lebar, dan tebalnya menggunakan vernier caliper dan penggaris atau mistar. Kemudian sebelum dilaksanakan perendaman ditimbang terlebih dahulu sebagai berat awal menggunakan timbangan digital yang telah disiapkan. Selanjutnya siapkan larutan media korosif H_2SO_4 0,1 M beserta inhibitor ekstrak kulit jeruk siam yang akan digunakan sebagai media perendaman. Setelah semua siap maka dilakukan perendaman spesimen benda uji selama waktu yang telah ditentukan pada variabel bebasnya. Setelah itu, angkatlah dan lakukan pengukuran seperti awal tadi, yaitu dimensi spesimen benda uji yang telah mengalami korosi dan timbanglah berat spesimen benda uji yang telah mengalami korosi, kemudian dicatat agar selanjutnya dapat dilakukan analisa data perbedaan data sebelum dan sesudah dilaksanakannya perendaman pada larutan media korosif H_2SO_4 0,1 M dengan menggunakan rumus weight loss. Setelah di dapat data perbedaan berat spesimen benda uji, maka dapat dilakukan analisa data laju korosi permukaan pada spesimen benda uji, baja ringan galvalum, dengan tujuan agar dapat diketahuinya perubahan dimensi spesimen benda uji dan berat spesimen benda uji baja ringan Galvalum.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Laju Korosi Permukaan Pada Spesimen Benda Uji Baja Ringan Galvalum Dengan Variabel Bebas Waktu Perendamannya

No. Spesimen	Jenis Larutan Perendaman	Waktu Perendaman (hours)	Laju Korosi Permukaan (mpy)
A1	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor	168 hours	7,3173
A2	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		7,6916
A3	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		8,0299
B1	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor	336 hours	24,9736
B2	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		26,2354
B3	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		25,3031
C1	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor	504 hours	30,3976
C2	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		31,2666
C3	H_2SO_4 0,1 M + inhibitor		32,0083

Dari data hasil perhitungan laju korosi permukaan pada spesimen benda uji baja ringan galvalum diatas maka dapat dibentuk sebuah grafik data laju korosi permukaan seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Laju Korosi Permukaan Baja Ringan Galvalum Dengan Perbedaan Lama Waktu Perendaman.

Pada grafik diatas menjelaskan tentang hasil data dari laju korosi permukaan pada baja ringan galvalum yang dilakukan pada rentang waktu satu minggu, dua minggu, dan tiga minggu. Pada grafik diatas percobaan pada minggu pertama ditandai dengan grafik berwarna biru. Pada titik pertama di grafik warna biru menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji pertama di minggu pertama (A1) yaitu sebesar 7,317 mpy, pada titik kedua di grafik warna biru menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji kedua di minggu pertama (A2) yaitu sebesar 7,691 mpy, dan pada titik ketiga di grafik warna biru menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji ketiga di minggu ketiga (A3) yaitu sebesar 8,029 mpy. Kemudian pada grafik diatas percobaan pada minggu kedua ditandai dengan grafik berwarna merah. Pada titik pertama di grafik warna merah menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji pertama di minggu kedua (B1) yaitu sebesar 24,973 mpy, pada titik kedua di grafik warna merah menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji kedua di minggu kedua (B2) yaitu sebesar 26,235 mpy, dan pada titik ketiga di grafik warna merah menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji ketiga di minggu kedua (B3) yaitu sebesar 25,303 mpy. Dan yang terakhir, pada grafik diatas percobaan pada minggu ketiga ditandai dengan grafik berwarna kuning. Pada titik pertama di grafik warna kuning menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji pertama di minggu ketiga (C1) yaitu sebesar 30,397 mpy, pada titik kedua di grafik warna merah menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji kedua di minggu ketiga (C2) yaitu sebesar 31,266 mpy, dan pada titik ketiga di grafik warna merah menunjukkan hasil dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji ketiga di minggu ketiga (C3) yaitu sebesar 32,008 mpy.

B. Analisis

Berdasarkan pengujian dan penelitian yang telah dilaksanakan selama satu minggu, dua minggu, dan tiga minggu, yang diawali dengan melaksanakan persiapan alat dan bahan kemudian dilanjutkan dengan pengukuran awal dimensi spesimen benda uji dan penimbangan berat awal spesimen benda uji, selanjutnya disiapkan inhibitorynya dan direndam selama waktu yang telah ditentukan pada variabel bebas. Sampai pada akhirnya akan menghasilkan korosi yang menyebabkan adanya perubahan dan perbedaan dari data awal yang sudah didapatkan tadi. Oleh karena itu dilakukanlah kembali pengukuran akhir dimensi spesimen benda uji dan penimbangan akhir spesimen benda uji agar dapat dihitung laju korosi permukaan yang terjadi.

Pada perendaman yang dilakukan pada spesimen benda uji baja ringan Galvalum menggunakan media larutan korosif H_2SO_4 0,1M dan inhibitor ekstrak kulit jeruk siam yang menyebabkan pengurangan berat pada spesimen akibat terjadinya korosi. Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 7 hari (168 jam), 14 hari (336 jam), dan 21 hari (504 jam), dapat dilihat dari hasil pengukuran berat awal dan berat akhir, bahwa terjadinya penurunan yang hampir sama pada tiap spesimen benda uji. Selama satu minggu pertama, rata-rata laju korosi permukaan yang ada dari ketiga spesimen benda uji adalah 7,6796 mpy. Kemudian pada hari ke-14, rata-rata dari laju korosi permukaan pada spesimen benda uji keempat, kelima, dan keenam adalah 25,5040 mpy. Selanjutnya pada minggu ketiga, hari ke-21, rata-rata laju korosi permukaan pada spesimen benda uji ketujuh, kedelapan, dan kesembilan adalah 31,2242 mpy.

IV. KESIMPULAN

Pengujian dengan penambahan inhibitor ekstrak kulit jeruk siam dengan metode maserasi cukup efektif dalam menekan tingkat laju korosi terhadap spesimen benda uji baja ringan Galvalum. Laju Korosi Permukaan juga mengalami penurunan pada waktu pelaksanaan perendaman selama 168 jam (satu minggu) sebesar 7,6796 mpy, selama 336 jam (dua minggu) sebesar 25,5040 mpy, dan yang terakhir selama 504 jam (tiga minggu) sebesar 31,2242 mpy. Data diatas diambil dari rata-rata laju korosi permukaan tiga spesimen tiap minggunya. Semakin lama waktu pelaksanaan perendaman dengan menggunakan inhibitor ekstrak kulit jeruk siam, maka mekanisme penghambatan laju korosi permukaan akan semakin efektif karena inhibitor ekstrak kulit jeruk siam dapat membentuk lapisan pelindung pada permukaan spesimen benda uji dengan baik dan merata.

Larutan media korosif H_2SO_4 0,1M dapat dijadikan sebagai media percobaan pengkorosian selama waktu perendaman tertentu pada penelitian terhadap spesimen benda uji baja ringan Galvalum yang telah diberikan inhibitor ekstrak kulit jeruk siam sebelumnya dengan metode maserasi.

REFERENSI

- [1] Munandar, A., 2020. Journal. ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN EKSTRAK KULIT JERUK SEBAGAI BAHAN INHIBITOR ORGANIK TERHADAP LAJU KOROSI PADA ALUMINIUM 7075-T6 DALAM MEDIA H_2SO_4 10%.
- [2] Anugrahita, A., Infantono, A., & Ore, M., 2021. Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) Terhadap Laju Korosi Selongsong Amunisi Kaliber 7.62 mm Dalam Media CH_3COOH dan HCl. Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO), 3, 323 - 332. <https://doi.org/10.54706/senastindo.v3.2021.151>
- [3] Yanuar, A. P., Pratikno, H. & Titah, H. S., 2017, Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan. Jurnal Teknik ITS, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.18938>

-
- [4] Rosyidin, A., 2017, PERBAIKAN, DAMPAK KOROSI PADA PESAWAT UDARA BOEING 737. Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin, 1(1). <https://doi.org/10.31000/mbjtm.v1i1.183>
- [5] Havada, Z., Z., & Sulistijono. (n.d.). Jurnal Teknik Pomits. Pengaruh Penambahan Ekstrak Tanaman (Phyllanthus Amarus, Aloe Vera) Sebagai Inhibitor Pada Korosi Mild Steel Dalam Media 0,1 M H₂SO₄, 1, 1–5.