

## PENGARUH MEDIA PERENDAMAN NaCl TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA ST 42 DALAM EKSTRAK INHIBITOR KULIT PISANG KEPOK

Ramza<sup>1</sup>, Ramang Magga<sup>2</sup>, Yulius S Pirade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tadulako

<sup>2</sup> Dosen, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tadulako

<sup>3</sup> Dosen, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako

<sup>1</sup>Email : ramzalito@gmail.com

### Abstract

Effect of NaCl Immersion Media on Corrosion Rate on ST 42 Steel in Kepok Banana Peel Inhibitor Extraction. This study aims to determine the corrosion rate of ST 42 steel using an inhibitor of kepok banana peel extraction with various NaCl immersion media. Sample immersion time is 168, 336, 504 hours. The method used to calculate the corrosion rate is to measure the weight loss. The sample of this research was carried out in the Mechanical Engineering laboratory, Faculty of Engineering and the Pharmacy laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Tadulako University. The results obtained in the variation of NaCl 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0%, 4.5%, inhibitor kepok banana peel extraction 300 ppm, an increase in corrosion rate with increasing NaCl variation with the same amount of extraction inhibitor, this is because the percentage of NaCl variation greatly affects the corrosion rate.

Keywords: Weight Loss, Corrosion Rate, Kepok banana peel extraction.

### I. Pendahuluan

Korosi terjadi ketika logam bereaksi dengan zat lain di lingkungan, menghasilkan pembentukan senyawa yang tidak diinginkan. Korosi menyebabkan kualitas bahan menurun, mengubahnya menjadi zat yang tidak menguntungkan. Korosi adalah masalah umum yang mempengaruhi peralatan berbasis logam seperti kapal, mesin, mobil, dan struktur. Di negara-negara makmur, sekitar 3,5 persen pendapatan negara dihabiskan untuk perbaikan, pemeliharaan, dan penggantian peralatan berbasis logam. (Trethewey, 1991) [1]

Bahan kimia organik dan anorganik digunakan untuk membuat inhibitor pada awalnya. Inhibitor organik atau alami berfungsi dengan menghasilkan senyawa kompleks pada permukaan logam yang menghasilkan lapisan pelindung hidrofobik yang menghambat reaktivitas logam di sekitarnya. Reaksi anodik dan

katodik, atau keduanya, terlibat dalam reaksi. Inhibitor organik memiliki kemampuan untuk menangkal dan menyerap reaksi destruktif (Putra, 2011) [2]

Tanaman pisang dapat tumbuh baik di iklim tropis maupun subtropis. Pisang mengacu pada tanaman tema besar dengan daun besar milik keluarga Musacea. Kulit pisang tidak dimanfaatkan dalam pengolahan dan malah dibuang. Kulit pisang, di sisi lain, kaya akan vitamin B, karbohidrat, mineral termasuk kalium dan garam, dan komponen antioksidan tannin adalah salah satu yang terdapat pada kulit pisang (Dita, 2014) [3].

#### 1.1 Baja

Material baja yaitu logam yang biasa di terapkan pada system perpipaan air, khususnya baja karbon rendah. Dengan adanya penambahan unsur karbon pada

material baja, maka sifat mekanis pada baja akan meningkat. Sehingga baja karbon rendah sangat baik di gunakan & mudah di bentuk dan cukup ekonomis.

Akan tetapi, material baja yang tersusun dalam separuh fasa dan terletak ketidak seragaman dari bagian bidang, maka bisa mengakibatkan lokal sel elektrokimia. Hal ini lah yang mengakibatkan rendahnya resistansi korosi dari baja akibat pengurangan katodik yang gampang terbentuk. maka mengakibatkan porous menjadi hasil korosi dan tidak tercipta produk sampingan menyerupai lapisan pasif (Roberge dan Pierre, 2000) [4].

Baja ST 42 merupakan baja bangunan dengan kandungan karbon 0,07-0,10%, silikon 0,15-0,25 persen, fosfor 0,03 persen, sulfur 0,035 persen, dan 0,3-0,6 Mn. Baja ST 42 yang memiliki komposisi kimia karbon (C) 0,25 persen, mangan (Mn) 0,80 persen, silikon (Si) 0,30 persen, dan sisanya adalah besi, termasuk dalam golongan baja karbon rendah. Baja ST 42 yang memiliki komposisi kimia karbon (C) 0,25 persen, mangan (Mn) 0,80 persen, silikon (Si) 0,30 persen, dan sisanya adalah besi, termasuk dalam golongan baja karbon rendah (Fe) Kadar rendah baja termasuk dalam kategori Tank, kapal, jembatan, dan pesawat angkut sering dibuat menggunakan bahan tersebut. Pada pengelasan baja ST 42, akan terjadi pembekuan non-simultan pada laju las, yang mengakibatkan tegangan sisa di HAZ (Heat Affected Zone) dan area las. Dalam beberapa kasus, tegangan sisa dapat dikurangi dengan pemanasan pasca pengelasan (Ansharil, 2017) [5].

**Tabel 1.** Sifat sifat baja ST 42 (Shigley, 1963) [6]

Organisasi Standar Dan Kodenya				Kekuatan Tarik UTS Mpa	Komposisi Kimia		
DIN 1700	BS 4360 Grade	ASTMA 287-78 Grade	JIS G3101-G3125		C %	P %	S %
St 34	-	A238B	SS 34	330-410	≤ 0,17	≤ 0,06	≤ 0,05
St 37	-	A238B	-	360-440	≤ 0,17	≤ 0,05	≤ 0,05
St 42	43 A	A238B	-	410-490	≤ 0,25	≤ 0,05	≤ 0,05
St 50	50 C	A57GrO	SM 41	490-510	0,25	≤ 0,08	≤ 0,05
St 50-3	-	A63GrE	SM 50	510-610	≤ 0,22	≤ 0,45	≤ 0,45
St 60	-	-	SS 33	590-700	0,4	≤ 0,05	≤ 0,05
St 70	-	-	-	685-830	0,5	≤ 0,05	≤ 0,05

Sumber : Shigley, 1963

## 1.2 Inhibitor

Korosi tidak dapat dicegah, meskipun dapat diperlambat. Inhibitor telah digunakan untuk menurunkan laju korosi dalam berbagai cara. Inhibitor adalah bahan kimia yang, ketika diperkenalkan ke media dalam dosis sederhana, mengurangi proses korosi lingkungan pada logam. Inhibitor adalah salah satu teknik terbaik untuk mencegah korosi selama ini, karena biayanya lebih murah dan pembuatannya mudah. Inhibitor biasanya diberikan dalam dosis kecil dari waktu ke waktu, baik terus menerus atau secara teratur [5].

Inhibitor yang bersumber dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin sendiri merupakan bagian zat kimia yang terdapat pada batang tumbuhan, kulit, daun, akar pada tumbuhan. Adapun senyawa ekstrak yang digunakan sebagai inhibitor harus memiliki kandungan atom N, O, P, S, dan pasangan electron bebas yang terdapat pada atom-atom [5]. Unsur-

unsur dengan pasangan elektron bebas ini selanjutnya akan bertindak sebagai ligan, memungkinkan terbentuknya senyawa kompleks. Berdasarkan temuan penyelidikan sebelumnya, beberapa ekstrak dari bahan alam dapat digunakan untuk aplikasi penghambatan korosi.

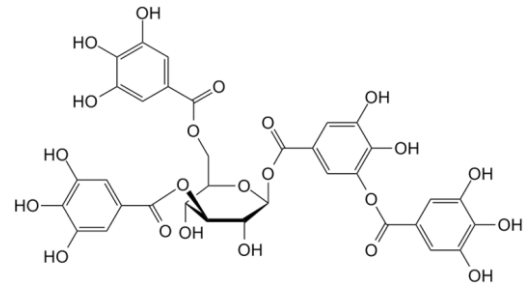
Pohon pisang kepok (*Musa Acuminata Balbisiana*) merupakan tanaman herba monokotil tahunan yang tumbuh berupa pohon dengan batang semu. Batang semu ini tersusun dari sekumpulan pelepah daun yang tersusun rapi pada batang. Tumbuhan ini memiliki percabangan simpodial, dengan ujung meristem yang memanjang dan mengembangkan bunga, diikuti oleh buah. Puncuk terbentuk ketika bagian bawah batang pisang menonjol berbentuk umbi (Amalia, 2016) [6].

Dari hasil uji fitokimia pada ekstrak kulit pisang terdapat kandungan senyawa metabolit sekunder seperti saponin, flavonoid, tanin, alkaloid, dan triterpenoid. Karena kandungan tanin dalam kulit pisang dapat digunakan untuk memperlambat laju korosi pada baja. Selain komponen tanin, senyawa fenolik seperti flavonoid dan alkaloid merupakan sumber antioksidan yang dapat memerangi radikal bebas. Komponen fenolik dapat beroperasi sebagai donor elektron dan ligan pengikat yang kuat ketika berinteraksi dengan atom logam, sehingga menghasilkan pembentukan senyawa kompleks [6].

### 1.3 Struktur Kimia Tanin

Tanin adalah sejenis zat polifenol yang dapat ditemukan di berbagai tanaman. Tanin adalah bahan kimia polifenol dengan berat molekul lebih besar dari 1000 g/mol dan kemampuan untuk membangun protein dengan zat yang rumit. Struktur senyawa tanin dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang terdiri dari cincin

benzena (C6) yang terikat pada gugus hidroksil (-OH). Arti penting tanin dalam biologi penting karena mereka bertindak sebagai presipitan protein dan chelator logam. Akibatnya, tanin diduga berfungsi sebagai antioksidan biologis (Noer dkk, 2018) [7].



**Gambar 1.** Struktur Kimia Tanin (Noer dkk, 2018) [7].

### 1.4 Korosi

Korosi adalah penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia di sekitarnya (Trethewey, 1991) [8]. Ketika korosi terjadi, logam mengalami oksidasi sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Korosi adalah suatu proses elektrokimia, yang didefinisikan sebagai suatu proses (perubahan/reaksi kimia) yang melibatkan arus listrik. Logam berfungsi sebagai kutub negatif (elektroda negatif, anoda) di beberapa daerah dan sebagai kutub positif di tempat lain (elektroda positif, katoda). Korosi terjadi ketika elektron berpindah dari anoda ke katoda. Berikut ini adalah beberapa persyaratan komponen yang harus dipenuhi agar korosi dapat terjadi:[8]

1. Jika diukur dengan perhitungan potensial, katoda merupakan bahan yang melakukan reaksi reduksi karena memiliki potensial positif yang lebih tinggi. Berikut ini adalah

contoh reaksi katodik terhadap korosi logam :

- a. Reduksi oksigen (asam) :  $O_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$
  - b. Reduksi oksigen (basa) :  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
  - c. Evolusi hidrogen (asam) :  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
  - d. Evolusi hidrogen (basa) :  $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$
  - e. Deposisi logam :  $M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$
  - f. Reduksi ion logam :  $M^{3+} + e^- \rightarrow M^{2+}$
2. Karena memiliki potensial negatif yang lebih besar ketika ditentukan dengan menghitung potensial, anoda mengalami reaksi oksidasi dan mengalami kerugian material. Berikut ini adalah contoh reaksi anodik terhadap korosi logam :
    - a. Korosi logam :  $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$  (2.7)
    - b. Oksidasi ion ferrous :  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$
    - c. Evolusi oksigen :  $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
  3. Media elektrolit, yaitu media penghantar arus listrik.
  4. Adanya arus listrik antara katoda dan anoda.

### 1.5 Laju Korosi

Laju korosi umumnya ditentukan dengan menggunakan salah satu dari dua metode: penurunan berat badan atau elektrokimia. Penimbangan berat awal sebelum perendaman dan berat akhir setelah perendaman merupakan cara menurunkan berat badan. Pendekatan penurunan berat badan diterapkan dalam penelitian ini, dan perbedaan antara berat awal dan akhir dihitung. Satuan mm/tahun

(standar internasional) dan pabrik/tahun sering digunakan dalam perhitungan laju korosi (mpy, standar Inggris). Laju korosi 1–200 mpy adalah tipikal untuk ketahanan material terhadap korosi (Fontana, 1986) [9].

Metode penurunan berat badan adalah cara untuk mengetahui seberapa cepat sesuatu menimbulkan korosi. Menurut standar ASTM G31-72 [10], prinsip dari prosedur ini adalah menghitung berapa banyak material atau berat yang hilang setelah melalui langkah perendaman. Menghitung berat logam yang telah dibersihkan dari oksida dan menggunakan berat tersebut sebagai massa awal, yang kemudian mengalami lingkungan korosif, seperti air laut pada periode tertentu [4].

Berat kemudian dihitung sekali lagi setelah logam dibersihkan dari efek korosi, dan berat adalah berat akhir. Laju korosi dapat ditentukan dengan mengumpulkan data seperti luas permukaan terendam, waktu perendaman, dan berat jenis logam yang diuji. Karena prosedur yang digunakan dan temuannya sangat tepat, metode penurunan berat badan sering diterapkan pada skala industri dan laboratorium. Laju korosi dapat dilihat pada persamaan berikut [4]

$$\text{Laju korosi (mpy)} = \frac{K \cdot W}{\rho \cdot A \cdot T}$$

Dimana :

K = Konstanta laju korosi mpy (3,45 x 10<sup>6</sup>)

W = kehilangan berat (gr).

$\rho$  = massa jenis (gr/cm<sup>3</sup>).

A = luas permukaan yang direndam (cm<sup>2</sup>).

T = waktu (jam).

## II. Metode Penelitian

Uji komposisi dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam kulit pisang yaitu agar mengetahui seberapa besar tannin yang terkandung dalam kulit pisang. Uji bahan dilakukan untuk mengetahui data awal baja ST-42 yang akan dilakukan perendaman.

### 2.1 Pembuatan Spesimen

Baja ST 42

- Ukuran spesimen baja karbon yang digunakan: panjang 25mm x lebar 20mm x tinggi 3mm
- Massa jenis dari bahan baja karbon dihasilkan dari penjumlahan massa jenis.
- Panjang, lebar, dan tinggi dari material pengukuran menggunakan jangka sorong dan berat diukur menggunakan timbangan digital. Hasil dari pengukuran tersebut dimasukkan kedalam formula penghitungan densitas seperti persamaan

$$\rho = \frac{m}{P \times L \times t - \pi r^2 \cdot t}$$

Dimana:

$\rho$  = massa jenis (gr/cm)

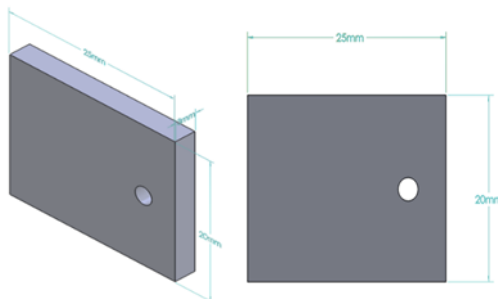
l = lebar (cm)

P = panjang (cm)

r = jari jari (cm)

t = tebal (cm)

m = massa (gram)



Gambar 2. Ukuran Sampel Pengujian

### Kulit Pisang Kepok

Kulit pisang Kepok sebagai inhibitor yang nantinya akan di ambil ekstraknya kemudian di campurkan ke larutan NaCl.



Gambar 3. Kulit pisang kapok

### 2.2 Langkah Penelitian

#### A. Ekstraksi maserasi

Metode maserasi adalah metode ekstraksi sederhana berdasarkan metode ekstraksi, dimana serbuk simplisia direndam dalam ekstrak cair selama beberapa hari pada suhu kamar, terlindung dari cahaya.

Metode ekstraksi maserasi:

- Keringkan sampel
- Masukan sampel ke dalam bejana maserasi hingga sepertiga bejana
- Di rendam selama 3 x 24 jam dengan sekali kali di aduk
- Setelah itu saring dengan kertas saring atau kain kasa
- Cairan penyari yang diperoleh kemudian di rotavapor hingga kental
- Setelah itu ekstrak yang sudah di rotavapor di keringkan dengan menggunakan kipas angin hingga pelarutnya benar menguap

#### B. Pengamplasan Spesimen

Pengamplasan dilakukan pada permukaan benda uji untuk menghilangkan oksida-oksida yang telah terbentuk pada permukaan tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan,

digunakan amplas secara berurutan, dimulai dengan ukuran kehalusan 800 dan 1000

### C. Pengambilan Foto

Untuk mengumpulkan data visual pada sampel sebelum perendaman, setelah perendaman, dan setelah korosi, spesimen dan larutan NaCl difoto.

### D. Persiapan Perendaman

Pada percobaan yang dilakukan, ukuran larutan perendaman yang di butuhkan yaitu sebesar ml per spesimen. volume perendaman yang digunakan dihitung sesuai dengan standar ASTM G31-72, adapun rumus untuk mendapatkan volume larutan NaCl pada percobaan sebagai berikut.

Volume larutan =  $(0.2 \frac{s}{d} 0.4 \times (\text{luas permukaan sampel}))$

Luas permukaan spesimen (ukuran sampel):

$$L = (2 \times P \times L) + (2 \times P \times T) + (2 \times L \times T) + (2\pi r t) - (2\pi r^2)$$

$$L = (2 \times 25 \times 20) + (2 \times 25 \times 3) + (2 \times 20 \times 3) + (2 \times 3,14 \times 1,5 \times 3) - (2 \times 3,14 \times 1,5^2)$$

$$L = 1284,13 \text{ mm}^2$$

Jika diambil ketentuan batas 0,2 dari luas permukaan sampel maka: Volume minimal =  $0,2 \times 1284,13$

$$= 256,826 \text{ ml}$$

$$\approx 257 \text{ ml}$$

Volume yang digunakan adalah 257 ml karena volume larutan maksimum yang diperlukan untuk satu benda uji dengan luas permukaan 1284,13 mm<sup>2</sup> adalah ml.

### E. Langkah Proses Uji Perendaman

Pada proses perendaman spesimen akan direndam dalam larutan NaCl yang telah di beri inhibitor ekstrak kulit pisang kepok hingga terdapat korosi pada spesimen. Spesimen yang sudah siap di rendam ke dalam wadah PET yang telah

berisi larutan NaCl dan inhibitor ekstrak kulit pisang kepok dengan volume 257 ml dimana wadah terdapat spesimen dan pengambilan data setiap 168 jam setelah perendaman.

### F. Pembersihan Spesimen

Setelah proses perendaman dan terdapat korosi, spesimen dikeringkan kemudian untuk menghilangkan sisa larutan NaCl yang tersisa pada permukaan setelah itu spesimen dicuci kembali dengan air bersih dan kemudian dilap menggunakan tisu sampai kering.

## 2.3 Pengambilan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

### 1. Penimbangan Spesimen

#### a. Berat Awal Spesimen

Sebelum pencelupan spesimen langkah yang dilakukan ditimbang yang bertujuan mengetahui berat awal spesimen.

#### b. Berat Akhir Spesimen

Setelah dilakukan pembersihan pada spesimen dengan proses pickling, spesimen ditimbang kembali berat akhir menggunakan timbangan digital guna untuk mendapatkan data.

### 2. Pengamatan Visual

Spesimen yang sudah selesai dilakukan perendaman. diabadikan menggunakan kamera yang bertujuan melihat dan memantau oksida serta susunan yang terbentuk pada spesimen.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil

Hasil dari penelitian variasi NaCl 2,5%, 3,0%, 3,5% 4,0%, 4,5% yang ditambahkan inhibitor ekstrak kulit pisang kepok 300 ppm

**Tabel 2.** Berat awal, Berat akhir dan Kelihangan berat perendaman 168 jam, 336 jam, 504 jam.

Larutan NaCl	Jam	Massa Awal Spesimen (qr)	Massa Akhir Spesimen (qr)	Kehilangan Berat (qr)
2,5%	168	10.486	10.471	0.015
	336	10.383	10.358	0.025
	504	10.288	10.245	0.043
3,0%	168	10.984	10.964	0.020
	336	10.911	10.882	0.029
	504	10.920	10.871	0.049
3,5%	168	10.964	10.941	0.023
	336	10.987	10.954	0.033
	504	10.991	10.938	0.053
4,0%	168	10.990	10.964	0.026
	336	10.899	10.862	0.037
	504	10.930	10.872	0.058
4,5%	168	10.951	10.921	0.030
	336	10.890	10.848	0.042
	504	10.924	10.863	0.061

### 3.2 Laju Korosi Spesimen

Spesimen pada perendaman variasi NaCl 2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% yang di beri inhibitor ekstrak kulit pisang kapok 300 ppm, dengan waktu perendaman 168 jam, 336 jam, dan 504 jam.

**Tabel 3.** Laju korosi specimen waktu perendaman 168, 336, 504 jam.

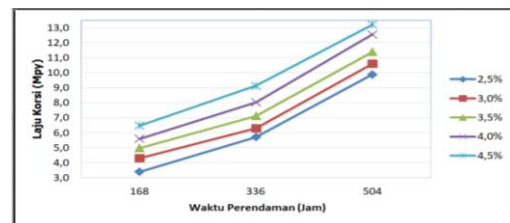
Larutan NaCl	Jam	Laju Korosi (mpy)
2,5%	168	3.383
	336	5.694
	504	9.884
3,0%	168	4.306
	336	6.286
	504	10.612
3,5%	168	4.961
	336	7.103
	504	11.404
4,0%	168	5.595
	336	8.028
	504	12.549
4,5%	168	6.479
	336	9.121
	504	13.206

Laju korosi pada media perendaman variasi NaCl 2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5%. Dengan nilai berturut turut, waktu perendaman 168 jam 3,383, 4,306, 4,961, 5,595, 6,479 mpy. laju korosi semakin meningkat seiring bertambahnya variasi NaCl.

## 3.3 Pembahasan

### 3.3.1 Laju Korosi VS Waktu Perendaman

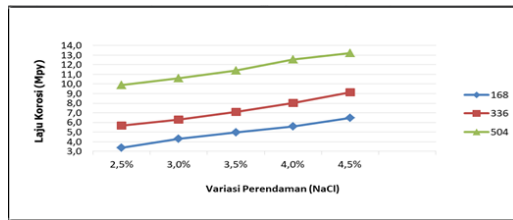
Berdasarkan data yang diperoleh pada pengujian menggunakan metode kehilangan berat, variasi NaCl 2,5%, 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% yang diberi inhibitor ekstrak kulit pisang kapok 300 ppm, waktu 168 jam, 336 jam, dan 504 jam pada variasi NaCl 2,5% dari waktu perendaman 168 jam, laju korosinya 3,383 mpy. Kemudian pada pengujian kedua waktu 336 jam menjadi 5,694 mpy. pada pengujian terakhir pada waktu 504 jam menjadi 9,884 mpy. begitu juga pada variasi NaCl 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% dengan waktu yang sama laju korosi semakin meningkat seiring bertambahnya persentase variasi NaCl, hal ini disebabkan karena media korosif terkontaminasi dengan baja maka laju korosinya semakin besar. akan tetapi semakin besar variasi NaCl maka laju korosinya semakin meningkat.



**Gambar 4.** Laju Korosi vs Waktu Perendaman

### 3.3.2 Laju Korosi Vs Variasi Perendaman

Menunjukkan bahwa laju korosi maksimum terjadi pada benda uji media perendaman larutan NaCl 4,5 persen yaitu 13,206 mpy, dan laju korosi paling kecil terjadi pada media perendaman larutan NaCl 2,5 persen, yaitu 3,383 mpy.



**Gambar 5.** Laju Korosi Vs Variasi Perendaman

Pada grafik di atas, terjadi peningkatan laju korosi terlihat jelas pada media perendaman variasi NaCl 2.5% yang di beri inhibitor ekstrak kulit pisang kapok 300 ppm begitu juga variasi NaCl 3,0%, 3,5%, 4,0%, 4,5% dengan waktu yang sama laju korosi Semakin besar seiring bertambahnya variasi NaCl, Hal ini di sebabkan tingkat korosif sangat dipengaruhi dari besarnya variasi NaCl yang diberikan maka tingkat korosi semakin tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trethewey, K.R., 1991. Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan. Diterjemahkan oleh Alex tri Kantjono Widodo. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Putra, R.A., 2011, Pengaruh Waktu Perendaman dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu sebagai Inhibitor Organik pada Baja karbon rendah di Lingkungan HCl 1 M, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [3] Dita F., Dkk 2014. Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Pada Ekstrak Kulit Pisang Goroho *Musa Acuminata L.* Program Studi Farmasi. UNSTRAT Manado.
- [4] Roberge dan Pierre R. 2000. Handbook Of Corrosion Engineering. New York: *McGraw-Hil*.
- [5] Ansharil, Ilham., 2017. Pengaruh Air Hujan Dan Air Laut Terhadap Tingkat Karat Dan Laju Korosi Pada Baja ST 42. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Shigley, J.E., 1963. Engineering Design. *Mc Graw-Hill Book Company Inc.* pp.222.
- [7] Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin Dan Flavonoid Sebagai Kuersetin) Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia L.*). *Jurnal Ilmu-ilmu MIPA. ISSN, 2503-2364.*
- [8] Trethewey, K.R., 1991. Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan. Diterjemahkan oleh Alex tri Kantjono Widodo. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [9] Fontana M.G., 1986. Corrosion Engineering. New York: *Mc. Graw Hill Book Company* : 39-139.
- [10] ASTM., 2010. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials.*