

**ANALISIS LAJU KOROSI DAN UJI MEKANIK PADA  
EGREK SAWIT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK  
DAUN PEPAYA (CARICA PAPAYA)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana dari  
universitas fajar**

**Oleh**

**Rafi Akbar Rifaldi**

**1920521005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS FAJAR**

**2024**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS LAJU KOROSI DAN UJI MEKANIK PADA EGREK  
SAWIT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN PEPAYA  
(CARICA PAPAYA)

Oleh:  
Rafi Akbar Rifaldi  
1920521005

Menyetujui  
Tim Pembimbing  
Tanggal 6 / Mei / 2024

Pembimbing I



Yanti, S.Pd., MT  
NIDN : 0926048303

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT  
NIDN : 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Fajar



Dr. Ir. Humayatul Ummah Syarif, ST., MT  
NIDN : 0923076801

## **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Penulis dengan ini menyatakan bahwa proposal "**ANALISIS LAJU KOROSI DAN UJI MEKANIK PADA EGREK SAWIT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN PEPAYA ( CARICA PAPAYA** adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan yang ditulis sesuai dengan panduan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Universitas Fajar.

Makassar, 06 Mei 2024

Yang Menyatakan



Rafi Akbar Rifaldi

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF CORROSION RATE AND MECHANICAL TESTS ON PALM EGREK WITH THE ADDITION OF PAPAYA LEAF EXTRACT (CARICA PAPAYA), Rafi Akbar Rifaldi.**

Most industrial equipment uses metal materials, including the food industry, oil processing, pharmaceuticals, agriculture, etc. Manufacturing industrial equipment from this metal allows corrosion damage to occur. To deal with corrosion, one method of inhibiting the corrosion process is by using a corrosion inhibitor. Adding an inhibitor is the most practical and economical way to prevent it compared to other methods. A corrosion inhibitor is a chemical substance which, when added to an environment, can reduce the rate of corrosion that occurs in that environment on the metal in it. There are several plants that contain tannins such as gambier leaves, tea leaves, alkasia and including papaya leaves. Papaya is a plant that is quite abundant in Indonesia. Papaya leaf extract contains nacetylglucosamine which can act as an electron donor to form complex compounds with Fe ions on metal surfaces. The objectives are: 1. To determine the corrosion rate of the palm egrek after being treated with 3% NaCl solution with papaya leaf extract inhibitor and without inhibitor, 2. To determine the effect of extra papaya leaf inhibition on test objects in 3% NaCl solution, 3. To find out the results of mechanical test values palm egrek against the addition of papaya leaf extract inhibitors and without inhibitors. The method used to study literature is carried out using references and experiments carried out in research. The effect of the papaya leaf extract inhibitor in this research is that it works by adsorption in a 3% NaCl solution. The hardness test results showed that the highest hardness value at a concentration of 2 ml was 0.258 VHN, while the lowest hardness value without the addition of inhibitors was 0.232 VHN.

Keywords: Papaya Leaves, Corrosion Rate, Palm Egrek, Hardness Test

## **ABSTRAK**

### **ANALISI LAJU KOROSI DAN UJI MEKANIK PADA EGREK SAWIT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN PEPAYA (CARICA PAPAYA),**

**Rafi Akbar Rifaldi.** Sebagian besar peralatan industri menggunakan bahan logam, termasuk industri makanan, pengolahan minyak, farmasi, pertanian, dll. Pembuatan peralatan industri dari logam ini memungkinkan terjadinya kerusakan korosi. Untuk menangani korosi Salah satu metode penghambat proses terjadinya korosi yaitu dengan menggunakan inhibitor korosi penambahan inhibitor merupakan cara yang paling praktis dan ekonomis dilakukan untuk mencegah dari pada metode lain. Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya. Ada beberapa tumbuhan yang mengandung tanin seperti daun gambir, daun teh, alkasia dan termasuk daun pepaya. Pepaya merupakan tanaman yang cukup melimpah di Indonesia. Ekstrak daun pepaya mengandung n-acetylgucosamine yang dapat berperan sebagai donor elektron membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe pada permukaan logam. Adapun tujuan yaitu 1. Mengetahui laju korosi egrek sawit setelah diberi perlakuan larutan NaCl 3% dengan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor, 2. Mengetahui pengaruh inhibisi ekstrak daun pepaya terhadap benda uji dalam larutan NaCl 3%, 3. Mengetahui hasil nilai uji mekanik egrek sawit terhadap penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor. Metode yang digunakan study literatur dilakukan dengan referensi dan eksperimental yang dilakukan pada penelitian. Pengaruh inhibitor ekstrak daun pepaya pada penelitian ini adalah bekerja secara adsorpsi pada larutan NaCl 3%. Hasil pengujian kekerasan didapat nilai kekerasan tertinggi pada konsentrasi 2 ml sebesar 0,258 VHN, sedangkan nilai kekerasan terendah tanpa penambahan inhibitor sebesar 0,232 VHN.

Kata Kunci : Daun Pepaya, Laju Korosi, Egrek Sawit, Uji Kekerasan

## KATA PENGANTAR

Asalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan kewajiban sebagai mahasiswa TEKNIK MESIN yaitu pembuatan Tugas Akhir.

Penyusunan Tugas Akhir ini juga merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Adapun tugas akhir ini dibuat dengan harapan penulis dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang dimiliki serta dapat menambah wawasan baik itu kepada penulis maupun kepada para pembaca guna menambah wawasan khususnya dibidang teknik mesin.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu dan mendukung penulis mulai dari proses penyusunan sampai dengan pengurusan administrasi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa memberi dukungan materil ataupun non-materil, semangat, nasehat serta doa yang menyertai penulis
2. Rektor Universitas Fajar, Bapak Dr. Mulyadi Hamid, SE., M.Si
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Prof.Dr.Ir. Erniati.,ST.MT
4. Ketua Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Dr.Ir Humayatul Ummah Syarif, ST.,MT.
5. Ibu Yanti S.Pd.,MT selaku pembimbing skripsi. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya atas saran dan motivasi yang diberikan sampai terselesaikannya skripsi ini.
6. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Fajar khususnya angkatan 2019

Dan penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan para pembaca utamanya untuk memperluas wawasan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena dengan segala keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang masih harus penulis tingkatkan lagi agar bisa lebih baik ke depannya. Untuk itu, penulis sangat membutuhkan saran dan kritik untuk membangun dari pihak manapun.

Makassar, 6 Mei 2024

**Rafi Akbar Rifaldi**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Pengertian Korosi .....	5
II.2 Faktor Penyebab Korosi .....	7
II.3 Bentuk-Bentuk Korosi .....	10
II.4. Dampak Korosi .....	15
II.5 Pencegahan Korosi .....	15
II.6 Jenis-jenis inhibitor.....	17
II.7 Inhibitor Ramah Lingkungan ( <i>Green Inhibitor</i> ).....	17
II.8 Baja Karbon .....	18
II.9 Pepaya ( <i>carica papaya</i> ) .....	19
II.10 Ekstrak Tanin Dalam Inhibitor .....	19
II.11 Maserasi .....	20

II.12 Weight Loss .....	20
II.13 Uji Kekerasan (Hardness Test).....	21
II.14 Peneliti Terdahulu.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
<b>III.1 WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
<b>III.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>27</b>
III.2.1 Alat.....	27
III.2.2 Bahan .....	27
<b>III.3 Metode Penelitian.....</b>	<b>27</b>
<b>III.4 Spesimen Uji .....</b>	<b>28</b>
III.4.1 Persiapan Sample.....	28
III.4.2 Preparasi Ekstra Daun Pepaya .....	29
III.4.3 Pembuatan Larutan NaCl 3% .....	29
<b>III.5 Pengujian .....</b>	<b>29</b>
III.5.1 Pengurangan berat (weight loss).....	30
III.5.2 Uji Kekerasan .....	30
<b>III.6 Bagan Alur Penelitian.....</b>	<b>32</b>
<b>BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
<b>IV.1 Hasil ekstraksi .....</b>	<b>33</b>
<b>IV.2 Pembuatan Spesimen .....</b>	<b>34</b>
<b>IV.3 Pembuatan Larutan.....</b>	<b>34</b>
<b>IV.4 Perendaman spesimen .....</b>	<b>35</b>
<b>IV.5 Percobaan .....</b>	<b>36</b>

IV.5.1 Pengukuran Berat Spesimen Sebelum Pengujian.....	36
IV.5.2 Perhitungan Laju Korosi.....	37
IV.5.3 Hasil Perhitungan Laju Korosi .....	38
IV.5.4 Pengujian Kekerasan Vickers.....	40
IV.5.5 Perhitungan Nilai Kekerasan Rata-Rata.....	41
IV.5.6 Hasil Pengujian Kekerasan.....	41
IV.6 Pembahasan.....	43
BAB V.....	44
PENUTUP.....	44
V.1 Kesimpulan.....	44
V.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN.....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Sebagian besar peralatan industri menggunakan bahan logam, termasuk industri makanan, pengolahan minyak, farmasi, pertanian, dll. Pembuatan peralatan industri dari logam ini memungkinkan terjadinya kerusakan korosi. Baja karbon rendah biasanya mengandung karbon kurang dari 0,25% dan tidak bereaksi proses perlakuan panas yang berorientasi pada formasi struktur martensit. Baja karbon sedang adalah karbon antara 0,26 dan 0,6%. Baja ini mungkin memiliki sifat yang lebih baik mekanis dengan perlakuan panas austenisasi, quenching dan tempering. Banyak baja karbon sedang digunakan dalam kondisi karena pengerasan sehingga struktur Struktur mikronya adalah martensit Baja karbon tinggi biasanya memiliki kandungan karbon antara 0,6 dan 1,4%. Baja jenis ini bisa perbaikan sifat mekanik dengan perlakuan panas untuk austenize, quench dan temper. Sifat baja karbon yang tertinggi, lebih keras, lebih kuat dan lebih halus jenis baja lainnya (Yunaidi, 2016)

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan egrek sawit adalah terbuat dari logam atau baja. Baja merupakan paduan besi (Fe). dan karbon (C), dimana besi sebagai unsur utamanya dan karbon sebagai unurnya campuran utama. Kandungan karbon tersuspensi dalam baja bervariasi dari 0,1% hingga 1,7% tergantung level. Dan dalam proses pembentukan baja Unsur-unsur lain tetap berada di dalam baja Paduan yang paling penting adalah mangan (Mn), silikon (Si), kromium (Cr), vanadium (V) dan elemen lainnya (Murtiono,2012). Pengujian komposisi kimia menggunakan spektrometer analitik menunjukkan bahwa bahan yang digunakan pada Egrek dan Dodos hampir sama baik untuk produk dalam negeri maupun impor dan termasuk dalam kelompok baja karbon menengah (AISI 1045) (Suherman, 2012)

Untuk menangani korosi Salah satu metode penghambat proses terjadinya korosi yaitu dengan menggunakan inhibitor korosi penambahan inhibitor merupakan cara yang paling praktis dan ekonomis dilakukan untuk mencegah dari pada metode lain. Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan tersebut terhadap suatu logam didalamnya..

Ada beberapa tumbuhan yang mengandung tanin seperti daun gambir, daun teh, alkasia dan termasuk daun pepaya. Pepaya merupakan tanaman yang cukup melimpah di Indonesia. Ekstrak daun pepaya mengandung n-acetylglucosamine yang dapat berperan sebagai donor elektron membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe pada permukaan logam (Afrizon, 2022). Daun pepaya adalah daun yang berasal dari tumbuhan pepaya (*Carica papaya*). Daun pepaya kerap diolah menjadi sayuran di beberapa daerah Indonesia, disamping dapat diolah menjadi makanan daun pepaya dapat pula dijadikan obat untuk beberapa jenis penyakit. Helaian daun pepaya berbentuk menyerupai tangan manusia. Daun pepaya mengandung alkaloid karpainin, karpain, pseudokarpain, vitamin C dan E, kolin, dan karposid. Daun pepaya mengandung suatu glukosinolat yang disebut benzil isotiosianat. Daun pepaya juga mengandung mineral seperti kalium, kalsium, magnesium, tembaga, zat besi, zink, dan mangan. Selain itu, daun pepaya mengandung senyawa alkaloid karpain, karikaksantin, violaksantin, papain, saponin, flavonoid, dan tannin (Gurditta, 2011)

Tanin merupakan zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa-senyawa. Senyawa fenolik banyak ditemukan pada tumbuhan, antara lain: pinang, akasia, gabus, bakau, pinus, gambir dan pepaya (Sanjaya, 2018). Kandungan tanin pada daun pepaya menjadi dasar bahwa daun pepaya dapat digunakan sebagai inhibitor korosi. Tanin merupakan senyawa organik yang sangat kompleks dan banyak terdapat pada bermacam-macam tumbuhan.

Daun pepaya yang memiliki kandungan tanin juga bisa digunakan sebagai inhibitor organik. Tanin merupakan suatu senyawa kompleks dalam bentuk campuran

polifenol yang sukar dipisahkan. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi sehingga laju korosi pada baja karbon dapat menurun.

Dari latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul ANALIS LAJU KOROSI DAN UJI MEKANIK PADA EGREK SAWIT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK DAUN PEPAYA (CARICA PAPAYA).

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana laju korosi egrek sawit setelah diberi perlakuan larutan NaCl 3% dengan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor?
2. Bagaimana mekanisme kerja inhibisi ekstra daun pepaya terhadap benda uji dalam larutan NaCl 3%
3. Bagaimana hasil nilai uji mekanik egrek sawit terhadap penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui laju korosi egrek sawit setelah diberi perlakuan larutan NaCl 3% dengan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor.
2. Mengetahui pengaruh inhibisi ekstra daun pepaya terhadap benda uji dalam larutan NaCl 3%..
3. Mengetahui hasil nilai uji mekanik egrek sawit terhadap penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya dan tanpa inhibitor.

## **I.4 Batasan Masalah**

Melihat permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan penelitian maka penulis memberikan batasan-batasan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah dengan jelas. Maka batasan masalah yang di ambil sebagai berikut:

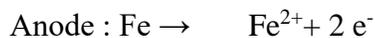
1. Spesimen uji yang dipakai adalah egrek sawit yang telah dipotong menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran panjang = 50mm, lebar = 30mm dan tinggi = 5mm.
2. Konsentrasi ekstrak daun pepaya yang digunakan 2 ml, 3 ml, 4ml dan 5 ml.
3. Daun Pepaya yang digunakan dalam bentuk bubuk.
4. Larutan NaCl 3%.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Pengertian Korosi

Korosi adalah penguraian logam yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Proses ini terjadi karena logam cenderung kembali ke keadaan lebih stabil. Korosi meliputi perpindahan ion logam ke dalam larutan di daerah aktif (anoda), penerimaan elektron (akseptor) dari bagian logam yang kurang aktif ke daerah katoda, aliran ion ke dalam larutan dan arus elektronik dalam logam. Proses katodik memerlukan kehadiran akseptor elektron seperti oksigen, oksidan atau ion hidrogen (Kusumastuti, R. 2012).

Proses perkaratan termasuk proses elektrokimia, dimana logam Fe yang teroksidasi bertindak sebagai anode dan oksigen yang terlarut dalam air yang ada pada permukaan besi bertindak sebagai katode.



$\text{Fe}^{2+}$  yang dihasilkan berangsur-angsur akan dioksidasi membentuk  $\text{Fe}^{3+}$ . Sedangkan  $\text{OH}^{-}$  akan bergabung dengan elektrolit yang ada di alam atau dengan ion  $\text{H}^{+}$  dari terlarutnya oksidasi asam ( $\text{SO}_2, \text{NO}_2$ ) dari hasil perubahan dengan air hujan. Dari reaksi di atas akan dihasilkan karat dengan rumus  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Karat ini bersifat katalis untuk proses perkaratan berikutnya yang disebut *autokatalis*.

#### II.1.1 Kerugian

Besi yang terkena korosi akan bersifat rapuh dan tidak ada kekuatan. Ini sangat membahayakan kalau besi tersebut digunakan sebagai pondasi bangunan atau jembatan. Senyawa karat juga membahayakan kesehatan, sehingga besi tidak bisa digunakan sebagai alat-alat masak, alat-alat industri makanan/farmasi/kimia.

## II.1.2 Pencegahan

Pencegahan besi dari korosi bisa dilakukan dengan cara berikut.

### 1) Proses pelapisan

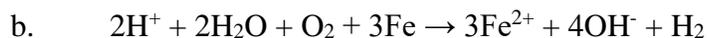
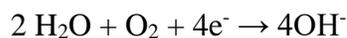
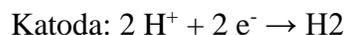
Besi dilapisi dengan suatu zat yang sukar ditembus oksigen. Hal ini dilakukan dengan cara dicat atau dilapisi dengan logam yang sukar teroksidasi. Logam yang digunakan adalah logam yang terletak di sebelah kanan besi dalam deret volta (potensial reduksi lebih negatif dari besi). Contohnya: logam perak, emas, platina, timah, dan nikel

### 2) Proses katode pelindung (proteksi katodik)

Besi dilindungi dari korosi dengan menempatkan besi sebagai katode, bukan sebagai anode. Dengan demikian besi dihubungkan dengan logam lain yang mudah teroksidasi, yaitu logam di sebelah kiri besi dalam deret volta (logam dengan potensial reduksi lebih positif dari besi).

Hanya saja logam Al dan Zn tidak bisa digunakan karena kedua logam tersebut mudah teroksidasi, tetapi oksida yang terbentuk ( $Al_2O_3/ZnO$ ) bertindak sebagai inhibitor dengan cara menutup rapat logam yang di dalamnya, sehingga oksigen tidak mampu masuk dan tidak teroksidasi. Logam-logam alkali, seperti Na, K juga tidak bisa digunakan karena akan bereaksi dengan adanya air. Logam yang paling sesuai untuk proteksi katodik adalah logam magnesium (Mg). Logam Mg di sini bertindak sebagai anode dan akan terserang karat sampai habis, sedang besi bertindak sebagai katode tidak mengalami korosi.

Reaksi perkaratan besi



Faktor yang berpengaruh

1. Kelembaban udara
2. Elektrolit
3. Zat terlarut pembentuk asam ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ )
4. Adanya  $\text{O}_2$
5. Lapisan pada permukaan logam
6. Letak logam dalam deret potensial reduksi

## **II.2 Faktor Penyebab Korosi**

Faktor Penyebab Korosi

Pada umumnya ada beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya percepatan korosi, yaitu:

a. Uap air

Dilihat dari reaksi yang terjadi pada korosi, air merupakan salah satu faktor penting untuk berlangsungnya proses korosi. Udara yang banyak mengandung uap air (lembab) akan mempercepat berlangsungnya proses korosi.

b. Oksigen

Udara yang banyak mengandung gas oksigen akan menyebabkan terjadinya korosi. Korosi pada permukaan logam merupakan proses yang mengandung reaksi redoks. Reaksi yang terjadi ini merupakan sel Volta mini. sebagai contoh, korosi besi terjadi apabila ada oksigen ( $\text{O}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Logam besi tidaklah murni, melainkan mengandung campuran karbon yang menyebar secara tidak merata dalam logam tersebut. Akibatnya menimbulkan perbedaan potensial listrik antara atom logam dengan atom karbon (C). Atom logam besi (Fe) bertindak sebagai anode dan atom C sebagai katode. Oksigen dari udara yang larut dalam air akan tereduksi, sedangkan air sendiri berfungsi sebagai media tempat berlangsungnya reaksi redoks pada peristiwa korosi. Semakin banyak jumlah  $\text{O}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang mengalami kontak dengan permukaan logam, maka semakin cepat berlangsungnya korosi pada permukaan logam tersebut.

c. Larutan garam

Elektrolit (asam atau garam) merupakan media yang baik untuk melangsungkan transfer muatan. Hal itu mengakibatkan elektron lebih mudah untuk dapat diikat oleh oksigen di udara. Air hujan banyak mengandung asam, dan air laut banyak mengandung garam, maka air hujan dan air laut merupakan korosi yang utama.

Larutan garam menyerang lapisan mild steel dan lapisan stainless steel selain itu dapat menyebabkan terjadinya pitting (kebocoran), crevice (retak / celah), korosi, dan juga pecahnya alooys (paduan logam yang bersifat tahan karat). Larutan ini biasanya ditemukan pada campuran minyak-air dalam konsentrasi yang tinggi yang akan menyebabkan proses korosi. Proses ini disebabkan oleh kenaikan konduktivitas larutan garam dimana larutan garam lebih konduktif sehingga menyebabkan laju korosi juga akan lebih tinggi. Sedangkan pada kondisi kelautan garam dapat mempercepat laju korosi logam karena larutan garamnya lebih konduktif, sama halnya dengan kecepatan alir dari air laut yang sebanding dengan peningkatan laju korosi, akibatnya terjadi gesekan, tegangan dan temperatur yang mendukung terjadinya korosi.

d. Permukaan logam yang tidak karat

Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan, yang akhirnya akan berperan sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang licin dan bersih akan menyebabkan korosi sukar terjadi, sebab sukar terjadi kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anode dan katode.

e. Keberadaan zat pengotor

Zat Pengotor di permukaan logam dapat menyebabkan terjadinya reaksi reduksi tambahan sehingga lebih banyak atom logam yang teroksidasi. Sebagai contoh, adanya tumpukan debu karbon dari hasil pembakaran BBM pada permukaan logam mampu mempercepat reaksi reduksi gas oksigen pada permukaan logam. Dengan demikian peristiwa korosi semakin dipercepat

f. Kontak dengan elektrolit

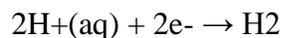
Keberadaan elektrolit, seperti garam dalam air laut dapat mempercepat laju korosi dengan menambah terjadinya reaksi tambahan. Sedangkan konsentrasi elektrolit yang besar dapat melakukan laju aliran elektron sehingga korosi meningkat.

g. Temperatur

Temperatur mempengaruhi kecepatan reaksi redoks pada peristiwa korosi. Secara umum, semakin tinggi temperatur maka semakin cepat terjadinya korosi. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya temperatur maka meningkat pula energi kinetik partikel sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar. Dengan demikian laju korosi pada logam semakin meningkat. Efek korosi yang disebabkan oleh pengaruh temperatur dapat dilihat pada perkakas-perkakas atau mesin-mesin yang dalam pemakaiannya menimbulkan panas akibat gesekan (seperti cutting tools ) atau dikenai panas secara langsung (seperti mesin kendaraan bermotor).

h. pH

Peristiwa korosi pada kondisi asam, yakni pada kondisi  $\text{pH} < 7$  semakin besar, karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katode yaitu:



Adanya reaksi reduksi tambahan pada katode menyebabkan lebih banyak atom logam yang teroksidasi sehingga laju korosi pada permukaan logam semakin besar.

i. Metalurgi

- Permukaan logam

Permukaan logam yang lebih kasar akan menimbulkan beda potensial dan memiliki kecenderungan untuk menjadi anode yang terkorosi. Permukaan logam yang kasar cenderung mengalami korosi

- Efek galvanic coupling

Kemurnian logam yang rendah mengindikasikan banyaknya atom-atom unsur lain yang terdapat pada logam tersebut sehingga memicu terjadinya efek Galvanic Coupling, yakni timbulnya perbedaan potensial pada permukaan logam akibat perbedaan  $E^\circ$  antara atom-atom unsur logam yang berbeda dan terdapat pada permukaan logam dengan kemurnian rendah. Efek ini memicu korosi pada permukaan logam melalui peningkatan reaksi oksidasi pada daerah anode.

- j. Mikroba

Adanya koloni mikroba pada permukaan logam dapat menyebabkan peningkatan korosi pada logam. Hal ini disebabkan karena mikroba tersebut mampu mendegradasi logam melalui reaksi redoks untuk memperoleh energi bagi keberlangsungan hidupnya. Mikroba yang mampu menyebabkan korosi, antara lain: protozoa, bakteri besi mangan oksida, bakteri reduksi sulfat, dan bakteri oksidasi sulfur-sulfida. *Thiobacillus thiooxidans* *Thiobacillus ferrooxidans*.

### **II.3 Bentuk-Bentuk Korosi**

Bentuk-bentuk korosi yang umum ditemukan pada korosi logam di lingkungan laut, yaitu;

1. Korosi merata (uniform attack)

Yaitu korosi yang terjadi pada permukaan logam yang berbentuk pengikisan permukaan logam secara merata sehingga ketebalan logam berkurang sebagai akibat permukaan terkonvensi oleh produk karat yang biasanya terjadi pada peralatan-peralatan terbuka, misalnya permukaan luar pipa.

Bentuk korosi ini adalah sangat umum dan dicirikan oleh baja yang berkarat dilingkungan udara. Disebut merata karena semua permukaan metal terexpose diserang dengan laju yang kurang lebih sama, tetapi metal yang hilang jarang

sekali betul-betul merata. Menurut teori electrochemical mixed potential, proses anodic dan katodik terdistribusi merata pada seluruh permukaan metal. Dengan demikian agar bentuk korosi ini terjadi, diperlukan sistem korosi yang menunjukkan keseragaman (homogenitas) baik pada metal, media (perbedaan konsentrasi) dan faktor-faktor korosilainnya.

Pada korosi tipe ini, laju korosi dapat dinyatakan dalam bentuk kehilangan ke tebalan metal menurut waktu misalnya mm/tahun atau mikrometer/tahun. Biasanya laju korosi hanya dinyatakan pada satu muka saja, dan bila kedua metal terserang korosi, total kehilangan ketebalan metal menjadi dua kali.



**Gambar II.3.1** korosi merata

## 2. Korosi celah (gap corrosion)

Korosi celah merupakan korosi lokal yang terjadi pada celah antara dua komponen. Mekanisme terjadinya korosi celah dimulai dengan korosi yang seragam di luar dan di dalam celah, diikuti dengan oksidasi logam dan reduksi oksigen. Pada titik tertentu, oksigen ( $O_2$ ) di dalam celah tersebut habis, namun masih banyak oksigen di luar celah tersebut. Hal ini menyebabkan permukaan logam yang bersentuhan dengan bagian luar menjadi katoda dan permukaan logam bagian dalam menjadi anoda sehingga menimbulkan celah yang terkorosi.



**Gambar II.3.2** korosi celah .

3. Korosi galvanik ( galvanik corrosion)

Bentuk korosi ini terjadi bila dua (atau lebih) logam yang berbeda secara listrik berhubungan satu sama lainnya berada dalam lingkungan korosif yang sama. Dalam kasus demikian, logam yang berpotensi paling negatif (dalam keadaan tidak berhubungan) atau terkorosi, sebaliknya logam lain (logam mulia dengan potensial korosi tinggi akan kurang terkorosi). Korosi galvanik cenderung terlokalisir, kearah pembentukan sumuran, dan dalam sistem pipa akan terjadi kebocoran-kebocoran. Dia merupakan masalah perencanaan karena dalam pabrik, sistem pipa dan rangka banyak melibatkan pemakaian lebih dari satu macam metal. Bila berbagai macam paduan digunakan dalam perencanaan dapat diharapkan akan terjadi masalah-masalah dan masalah tersebut lebih kritis pada lingkungan laut. Oleh karena itu harus diusahakan pemakaian paduan logam yang berbeda-beda, haruslah jangan sampai menimbulkan masalah korosi.



**Gambar II.3.3** korosi galvanik

4. Korosi sumuran (pitting)

Korosi sumuran termasuk korosi setempat dimana daerah kecil dari permukaan metal, terkorosi membentuk sumuran. Biasanya kedalaman sumur lebih besar dari diameternya. Mekanisme terbentuknya korosi sumuran, sangat kompleks dan sulit diduga, sungguhpun demikian ada situasi tertentu dimana korosi sumuran dapat diantisipasi:

1. Pada baja karbon yang dilapisi oleh mill scale dibawah kondisi tercelup, terutama air laut, akan terbentuk beda potensial antara mill scale dan baja hingga pecahnya mill scale mengarah pada situasi anode kecil / katoda besar.
2. Pada paduan yang mengandalkan pada lapis pasif untuk sifat tahan korosinya seperti stainless steel, setiap rusaknya (pecah) lapis pasif, cenderung pembentukan korosi sumuran.
3. Dari segi praktisi korosi sumuran terbentuk di dalam air mengandung chloride, oleh karna itu sering terjadi pada kondisi lingkungan laut.



**Gambar II.3.4** korosi sumuran

5. Korosi erosi

Gerakan air laut, seperti juga fluida lainnya dapat menimbulkan aksi mekanis misalnya erosi (pengikisan), dengan korosi yang di timbulkannya tetap elektrokimia sifatnya. Impingement attack dan cavitation adalah bentuk extrem dari tipe korosi ini. Korosi erosi cenderung mengarah pada penghilangan lapis protektif dari permukaan metal oleh aksi partikel abrasive yang ada di dalam air. Umumnya laju serangan korosi membesar dengan membesarnya kecepatan. Ada lagi bentuk erosi atau mekanisme lain, misalnya korosi lembaran baja yang terpancang di pantai, dipengaruhi oleh aksi abrasive dari pasir, dibantu oleh aksi pasang/surut atau angin. Pada kasus ini lapis protektif di hilangkan.



**Gambar II.3.5** korosi erosi

## **II.4. Dampak Korosi**

Korosi merupakan proses atau reaksi elektrokimia yang bersifat ilmiah dan berlangsung spontan, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses kerusakannya. Korosi pada logam menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Hasil riset yang berlangsung tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan kerugian akibat korosi yang menyerag permesinan industri, infrastruktur, samapai perangkat transportasi di negara adidaya tersebut mencapai 276 miliar dollar AS. Jembatan yang runtuh akibat korosi yang terjadi pada tiang penahannya.

Dampak yang ditimbulkan korosi dapat berupa kerugian langsung dan kerugian tidak langsung. Kerugian langsung berupa terjadinya kerusakan pada peralatan, permesinan atau struktur bangunan. Sedangkan kerugian tidak langsung berupa terhentinya aktivitas produksi, karena terjadinya pergantian peralatan yang rusak akibat korosi, bahkan kerugian tidak langsung dapat berupa terjadinya kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa, seperti kejadian runtuhnya jembatan akibat korosi, terjadinya kebakaran akibat kebocoran pipa gas karena korosi, dan meledaknya pembangkit tenaga nuklir akibat terjadinya korosi pada pipa uapnya. korosi yang menyebabkan kebocoran pada pipa yang terbuat dari logam.

## **II.5 Pencegahan Korosi**

Adapun beberapa usahan yang di tempuh dalam upaya mencegah terjadinya korosi yaitu:

### **a. Anoda korban**

Anoda korban (*sucricifial anoda*) yaitu pasokan elektron dilakukan dengan cara menghubungkan tiang pancang pipa baja dengan logam lain sebagai anoda korban yang memiliki potensial lebih rendah. Pada cara ini terjadi aliran elektron dari logam dengan potensial yang lebih rendah ke tiang pancang pipa baja yang potensialnya lebih tinggi. Dengan demikian maka tiang pancang pipa baja akan terlindung dari korosi namun sebagai konsekwensinya logam anoda dalam waktu

tertentu akan rusak/habis dan selanjutnya dapat diganti atau diperbaharui. Mengganti anoda lebih ringan secara teknik maupun ekonomis dibanding mengganti tiang pancang pipa baja.

b. Arus listrik tanding (*impressed current*)

Arus listrik tanding (*impressed current*) yaitu pasokan elektron dilakukan dengan cara menghubungkan tiang pancang pipa baja dengan katoda pada suatu sumber listrik. Metoda ini menggunakan sumber arus searah dari luar, misalnya Transformer Rectifier, DC Generator, dan lain-lain. Arus listrik pada sistem ini dialirkan ke permukaan logam yang diproteksi melalui anoda pembantu, misalnya Anoda Graphite, Baja, Platina, dan Besi Tuang. Keuntungan besar dari metoda arus terpasang adalah bahwa sistem ini dapat menggunakan anoda inert atau anoda yang tahan karat seperti platina dan karbon

c. Pelapisan (coating)

Pelapisan adalah cara umum dan paling banyak di terapkan dalam istilah tonase baja, untuk mengendalikan korosi, untuk melindungi/isolasi paduan logam dari lingkungan yang korosif. Akan tetapi dalam prakteknya timbul banyak problem dan biasanya kurang perhatian tentang masalah itu. Tersedia banyak sekali macam pelapis dan yang paling umum adalah cat. Jembatan, pagar dan railing biasanya dicat. Cat menghindarkan kontak dengan udara dan air. Cat yang mengandung timbel dan zink (seng) akan lebih baik, karena keduanya melindungi besi terhadap korosi.

Kontak antara besi dengan oksigen dan air dapat dicegah dengan melapisi besi dengan cat atau dengan logam lain. Hal ini dikarenakan jika besi dilapisi dengan cat atau logam lain yang lebih sukar teroksidasi (logam yang mempunyai Enol lebih besar). Yang akan bereaksi dengan udara adalah lapisan luarnya saja sehingga logam tersebut bisa dilindungi oleh logam tersebut.

Jika logam seperti seng dan timah mengalami korosi, senyawa yang terbentuk akan melindungi logam di bawahnya dari korosi selanjutnya. Seng, Zn dan timah dapat digunakan sebagai logam pelapis untuk melindungi besi dan korosi.

## II.6 Jenis-jenis inhibitor

Dalam pemanfaatannya, inhibitor digolongkan dalam beberapa jenis sebagai berikut.

### a. Inhibitor organik

Inhibitor organik termasuk inhibitor pembentuk lapisan yang merupakan hasil adsorpsi. Temperatur dan tekanan pada sistem lingkungan sangat berperan penting terhadap daya adsorpsi. Inhibitor organik teradsorpsi berdasarkan muatan ion dan permukaan. Inhibitor organik berperan sebagai inhibitor anodik dan katodik karena inhibitor ini dapat menghambat reaksi anodik dan katodik sehingga akan terjadi penurunan laju korosi yang ditandai dengan melambatnya reaksi anodik, reaksi katodik atau bahkan keduanya.

### b. Inhibitor anorganik

Inhibitor ini bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Beberapa senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor anorganik diantaranya adalah fosfat, kromat, silikat, borat, tungsten, molibdat, dan arsenat. Senyawa-senyawa ini sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik.

## II.7 Inhibitor Ramah Lingkungan (*Green Inhibitor*)

Sebagian besar senyawa inhibitor anorganik merupakan zat beracun yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Dampak zat beracun pada tubuh bisa parah, seperti muntah-muntah, diare, sesak napas, detak jantung tidak teratur, lemas bahkan kematian. Selain itu, juga dapat menimbulkan efek kronis, yaitu efek jangka panjang dari zat beracun. Nitrit dapat memicu methemoglobinemia, yang berarti penurunan kapasitas pembawa oksigen dalam darah. Nitrit akan bereaksi dengan senyawa ferro ( $Fe^{2+}$ ). Ketika hemoglobin teracuni oleh nitrit, hemoglobin teroksidasi menghasilkan methaemoglobin dengan besi dalam kondisi bervalensi tiga ( $Fe^{3+}$ ). Tidak seperti hemoglobin, dengan kondisi besi bervalensi tiga maka methaemoglobin tidak mampu membawa oksigen. (Rahayu Kusumastuti.2012). Gejala keracunan nitrit

ditandai oleh diare dan sakit perut. Ketika lebih dari 80% hemoglobin terkonversi menjadi methaemoglobin maka dapat berakibat kematian

## **II.8 Baja Karbon**

Baja karbon merupakan fabric yang withering banyak dipakai dalam industri pengolahan gula karena mempunyai sifat-sifat yang relatif baik dan harga yang lebih terjangkau, tetapi mempunyai beberapa kelemahan diantaranya ketahanan korosinya yang relatif rendah. Baja karbon diklasifikasikan berdasarkan besarnya kandungan karbonnya menjadi 3 jenis (William D.Callister, 2007) yaitu baja karbon rendah, karbon sedang dan karbon tinggi

Baja karbon rendah pada umumnya kandungan karbonnya kurang dari 0,25% tidak responsif terhadap proses perlakuan panas yang bertujuan untuk membentuk struktur martensit. Baja ini dapat ditingkatkan ketangguhannya dengan metode pengerjaan dingin. Struktur mikro dari baja karbon rendah terdiri dari ferit dan perlit. Konsekuensinya sifat dari baja ini adalah relatif lunak, lemah, ulet dan tangguh, mudah dilakukan proses permesinan serta mudah dilakukan proses pengelasan.

Baja karbon medium memiliki kandungan karbon antara 0,26 – 0,6 %. Baja ini dapat ditingkatkan sifat mekanik dengan perlakuan panas austenitizing, extinguishing, dan treating. Baja karbon medium banyak dipakai dalam kondisi hasil treating sehingga struktur mikronya berbentuk martensit. Penambahan chromium, nikel, dan molybdenum meningkatkan sifat paduan dengan proses perlakuan panas, sehingga dapat memberikan kombinasi sifat ketangguhan dan keuletan. Sifat dari baja ini adalah lebih kuat dari baja karbon rendah, tetapi kurang

Baja karbon tinggi pada umumnya memiliki kandungan karbon antara 0,6 - 1,4 %. Baja jenis ini dapat ditingkatkan sifat mekaniknya dengan perlakuan panas austenitizing, quenching, dan tempering. Sifat baja karbon tinggi paling keras, paling kuat dan paling getas diantara jenis baja yang lain. Baja ini banyak dipakai didalam kondisi hasil tempering terutama untuk ketahanan aus.

## **II.9 Pepaya ( *carica papaya* )**

Pepaya (*Carica Papaya* L.) merupakan tanaman herba berukuran besar dengan satu lengan vertikal. Tinggi badan bisa mencapai hingga 9 meter. Batang pepaya berongga, beruas-ruas dan setengah kayu Ruas batang merupakan titik perlekatan Tangkai daunnya panjang, bulat dan berlubang. sebuah halaman pepaya berbentuk jari dengan permukaan berwarna hijau tua, sedangkan permukaan bawahnya berwarna hijau pucat (Putrandi, 2017)



**Gambar II.9** daun pepaya

Berdasarkan penelitian terhadap daun pepaya (*Carica Papaya* L). mengandung senyawa kimia yang bersifat anti inflamasi, antijamur dan antibakteri, seperti vitamin C, tanin, alkaloid, flavonoid, terpenoid dan saponin selain daun pepaya mengandung zat bahan aktif seperti alkaloid carpaine, asam organik seperti asam laurat, asam caffeic, asam gentisat dan sitosterol, tanin dan polifen(Almubarak A .2021)

## **II.10 Ekstrak Tanin Dalam Inhibitor**

Tanin memiliki struktur kimia kompleks yang sering ditemukan pada tumbuhan berpembuluh. Tanin merupakan senyawa fenolik yang larut dalam air, dapat menyebabkan reaksi umum senyawa fenolik, dan mempunyai sifat khusus, seperti pengendapan alkaloid, gelatin dan protein lainnya, serta rasa astringen. Tanin biasanya merupakan senyawa amorf, berwarna coklat kekuningan higroskopis, dan dapat larut dalam air. . dan pelarut organik polar. Semakin murni tanin, semakin rendah kelarutannya dalam air dan semakin mudah membentuk kristal. Beberapa bentuk tanin telah terbukti memiliki efek antioksidan, tanin dapat meningkatkan pembentukan

lapisan film pada permukaan logam untuk membantu proses anti korosi (Pratama, 2012).

Proses pemblokiran tanin mengacu pada pembentukan lapisan tanin pasif pada permukaan logam. Diagram tanin mengandung polifenol, dan golongan ini mempunyai kemampuan membentuk garam tan dengan ion besi, dimana penghambatan korosi tanin mungkin disebabkan oleh terbentuknya jaringan garam besi yang melindungi permukaan logam. Tanin juga dapat membentuk senyawa kompleks dengan berbagai kation logam terutama di lingkungan, oleh karena itu tanin biasanya digunakan sebagai pewarna dan pelapis merah dalam proses produksi (Elok Kamilah Hayati, 2010)

### **II.11 Maserasi**

Maserasi adalah metode ekstraksi yang paling sederhana dan efektif kuno Namun cara ini masih banyak digunakan karena beberapa keunggulan, seperti biaya rendah, peralatan sederhana, dan tanpa perlakuan panas, jadi ini adalah pilihan yang tepat untuk dihilangkan senyawa tahan panas (Nugroho, 2017)

Prinsip perendaman adalah mengikat/melarutkan bahan aktif berdasarkan kelarutannya dalam pelarut, zat penyaring Tindakannya dilakukan dengan mencelupkan bedak sederhana dalam cairan penyaring yang sesuai selama tiga hari Cairan penyaring bekerja pada suhu kamar, terlindung dari cahaya memasuki sel melalui dinding sel. Isi sel larut karena ada perbedaan konsentrasi di dalam sel dan di dalam larutan 23 di luar sel. Larutan dengan konsentrasi tinggi ditolak keluar dan digantikan oleh cairan filter dengan kandungan rendah (proses difusi). Peristiwa tersebut berulang hingga terjadi keseimbangan konsentrasi zat terlarut di luar dan di dalam sel sebuah ruangan

### **II.12 Weight Loss**

Metode penurunan berat badan adalah dengan menghitung laju korosi dengan mengukur kehilangan berat seiring terjadinya korosi. Metode ini digunakan untuk menghitung selisih berat baja yang hilang selama perendaman dalam media korosif dan dalam media korosif yang mengandung beberapa zat ekstraktif atau senyawa kimia

(yeni stiadi, 2019). Prinsip dasar pengujian dengan metode kehilangan massa adalah menghitung kehilangan massa yang terjadi pada sampel yang ditimbang dan memperoleh massa awal sampel sebelum perendaman dan selanjutnya perendaman pada zat tersebut. perubahan suhu ditentukan dan kemudian dibersihkan. Kemudian timbang lagi untuk mendapatkan berat akhir dan mengetahui berapa berat yang hilang. Berikut ini adalah rumus perhitungan dari laju korosi (putrandi, 2017)

$$CR (MPY) = \frac{K \times W}{P \times A \times T}$$

Ket :

CR : laju korosi

W : massa yang hilang (g)

K : konstanta laju korosi

P : densitas spesimen (g/cm<sup>3</sup>)

A : luas (cm<sup>2</sup>)

T : waktu perendaman (jam)

### **II.13 Uji Kekerasan (Hardness Test)**

Pengujian kekerasan dapat dipahami sebagai kemampuan suatu material untuk menahan perubahan beban secara terus menerus. Kekerasan suatu material dapat dianalisis melalui besarnya beban yang diterapkan pada daerah yang menerima beban. Pengujian yang banyak digunakan terdiri dari pemberian tekanan tertentu pada benda yang akan diuji dengan beban tertentu dan mengukur tekanan yang dihasilkan pada benda tersebut. (Saito, 1992).



**Gambar III.5.2** Alat vickers

Pengujian kekerasan yang di gunakan adalah uji kekerasan vickers, Tujuan dari uji kekerasan adalah untuk mengetahui kekerasannya, setiap permukaan bagian dalam material.

Berikut ini adalah rumus perhitungan vickers (Bahri, 2020)

$$HV = \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 1,854 \frac{F}{d}$$

Ket :

HV : vickers hardness (kg/mm<sup>2</sup>)

F : beban yang dipergunakan (kgf)

d : panjang diagonal rata-rata dari indentasi (mm)

## II.14 Peneliti Terdahulu

Adapun peneliti terdahulu dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

NO	NAMA	JUDUL	HASIL
1	Qurrota A'yun, Ainun Nikmati Laily	Analisis Fitokimi Daun Pepaya (Carica Papaya L.) Di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi, Kendalpayak, Malang	Analisis terhadap senyawa tannin pada daun pepaya (Carica papaya L.) diketahui bahwa daun pepaya positif mengandung tannin. Tannin dibagi menjadi dua golongan dan masing-masing golongan memberikan reaksi warna yang berbeda terhadap FeCl <sub>3</sub> 1 %. Golongan tannin hidrolisis akan menghasilkan warna biru kehitaman dan tannin kondensasi akan menghasilkan warna hijau kehitaman. Pada saat penambahannya, diperkirakan FeCl <sub>3</sub> 1% bereaksi dengan salah satu gugus hidroksil yang ada pada senyawa tannin. Hasil reaksi itulah yang akhirnya menimbulkan warna. Pereaksi FeCl <sub>3</sub> 1 % digunakan secara luas untuk mengidentifikasi senyawa fenol termasuk tannin. Pada daun pepaya diketahui terdapat adanya tannin kondensasi karena hasil pengamatan, daun pepaya menghasilkan warna hitam kehijauan. Uji senyawa alkaloid terhadap ekstrak daun pepaya (Carica papaya L.)

2	Adhi Setiawan ,Novi Eka Mayangsari, Denny Dermawan	Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembakau Sebagai Inhibitor Korosi Pada Logam Baja Karbon Dan Aluminium	<p>Ekstrak daun tembakau dapat dimanfaatkan sebagai green corrosion inhibitor karena terbukti cukup efektif menurunkan laju korosi logam baja karbon dan aluminium di dalam larutan HCl 0,1 M. Hasil pengujian polarisasi linear menunjukkan bahwa meningkatkan konsentrasi inhibitor ekstrak daun tembakau dapat menurunkan rapat arus korosi sehingga menyebabkan penurunan laju korosi pada baja karbon maupun aluminium. Peningkatan konsentrasi inhibitor ekstrak daun tembakau di dalam larutan HCl 0,1 M dapat menyebabkan peningkatan efisiensi inhibisi korosi pada logam baja maupun aluminium. Efisiensi inhibisi korosi tertinggi diperoleh pada konsentrasi inhibitor 700 mg/L yaitu sebesar 71,71% pada logam baja karbon dan 72,44% pada logam aluminium. Hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi inhibitor menyebabkan tingkat proteksi logam terhadap korosi semakin tinggi sehingga degradasi atau kerusakan permukaan logam akibat kontak dengan larutan HCl semakin rendah.</p>
---	---	--	---

3	Said Ali Akbar	<p>Potensi Sekunder Jambu Biji (Psidium Guajava) Sebagai Inhibitor Ramah Lingkungan Pada Besi</p>	<p>Komponen metabolit sekunder aktif yang terkandung didalam buah jambu biji adalah flavonoid, terpenoid, dan tanin. Hal ini ditunjukkan melalui serangkaian tes screening fotokimia pada ekstrak buah. Bertambahnya konsentrasi ekstrak buah jambu biji dalam sampel air sumur dan laut, memperkecil nilai laju korosi sebagai fungsi dari penambahan berat paku. Penggunaan 3% ekstrak buah jambu biji mengakibatkan penambahan berat paku yang mula-mula 5,513 g menjadi 5,673 g pada media air sumur dan 5,216 g menjadi 5,506 g. Bahkan, dengan 25% ekstrak buah, kenaikan berat paku menjadi 0,076% dari berat paku mula-mula media air sumur dan 0,018% dari berat paku mula-mula media air laut. Selanjutnya, efisiensi inhibitor yang paling besar terjadi pada 25% konsentrasi ekstrak yaitu sebesar 98,39% pada media air sumur dan sebesar 99,75% pada media air laut. Oleh sebab itu, jambu biji sangat berpotensi untuk digunakan sebagai aplikasi green inhibitor masa depan.</p>
---	----------------	---	--

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**III.1 WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Lab, Teknik Kimia dan Lab, Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun waktu penelitian dilakukan selama 4 bulan mulai bulan desember 2023 sampai dengan maret 2024,dapat di lihat pada tabel berikut.

No	Deskripsi	2023				2024				
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Study literatur									
2	Penyusunan proposal penelitian dan bimbingan									
3	Seminar proposal									
4	Pengumpulan data dan informasi									
5	Seminar hasil									
6	Ujian tutup									

## **III.2 Alat dan Bahan**

### **III.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Blender
2. Timbangan digital
3. Beaker glass
4. Labu ukur
5. Corong glass
6. Kaca arloji
7. Saringan
8. Baskom
9. Kertas amplas
10. Penggaris dan pensil
11. Tali dan kertas label
12. Mesin rotary vacum evaporator
13. Alat vickers

### **III.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Ekstrak daun pepaya
2. Egrek sawit
3. NaCl 3%
4. Aquades
5. Metanol

## **III.3 Metode Penelitian**

Adapun metode yang di gunakan

1. Study literatur

Study literatur dilakukan dengan referensi berdasarkan jurnal, tugas akhir, dan yang mempelajari permasalahan korosi, inhibitor organik, dan penggunaan material.

## 2. Eksperimental

Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengurangan berat (weight loss) dan pengujian kekerasan vickers

### III.4 Spesimen Uji

Spesimen uji yang digunakan adalah mata sabit pemanen sawit yang masih baru yang telah dipotong dengan ukuran panjang = 50mm, lebar = 30mm dan tinggi = 5mm



**Gambar III.4** egrek sawit

#### III.4.1 Persiapan Sample

Pada penelitian ini, material yang didapat berupa potongan berdimensi

- Sampel dipotong dengan dimensi yang telah ditentukan. Wadah plastik disesuaikan dengan ukuran sample saat proses pencelupan
- Sampel di amplas dengan menggunakan kertas amplas



**Gambar III.4.1** egrek sawit setelah di potong

### **III.4.2 Preparasi Ekstra Daun Pepaya**

Pembuatan inhibitor dari daun pepaya menggunakan metode ekstraksi maserasi. Daun pepaya yang telah didapat dipisahkan dari batangnya, dicuci dan dipotong kecil-kecil. Lalu daun pepaya dikeringkan di bawah terik sinar matahari selama kurang lebih dua sampai tiga hari di bawah terik matahari sehingga daun menjadi kering seperti daun kering yang gugur. Haluskan daun pepaya kering dengan cara diblender sampai menjadi bubuk. Daun kering yang telah halus dan di timbang sebanyak 16 gram, lalu di masukkan kedalam botol yang berisi metanol untuk melakukan metode maserasi. Kemudian bubuk daun pepaya di rendam dalam pelarut selama 3 hari. Merujuk pada penelitian terdahulu, Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan rotary vacum evaporator pada suhu terjaga 100°C selama 2 jam untuk menghasilkan ekstrak kental (Akbar, 2019)



**Gambar III.4.2** Daun Pepaya

### **III.4.3 Pembuatan Larutan NaCl 3%**

Padatan NaCl di timbang 3% atau 30 gram kemudian dilarutkan dengan aquades 1000ml kedalam beaker glass 1000ml, dan diaduk hingga homogen

### **III.5 Pengujian**

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengurangan berat (weight loss) dan pengujian kekerasan vickers dengan menggunakan inhibitor dengan

konsentrasi yang menghasilkan efisiensi tertinggi. Pada pengujian kali ini yang melibatkan sabit sebagai benda uji dan larutan NaCl 3%

### **III.5.1 Pengurangan berat (weight loss)**

Pengujian weight loss dilakukan untuk mengetahui laju korosi (mpy) pada spesimen berdasarkan pengurangan berat awal dan berat akhir setelah terkorosi dengan variasi penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya pada larutan NaCl 3%. Konsentrasi inhibitor yang digunakan sebesar konsentrasi 2%; 3%; 4% dan 5% dengan waktu perendaman kelipatan yang sama. Pengujian dilakukan dengan dan tanpa penambahan inhibitor pada material.

- a. pengujian weight loss tanpa inhibitor
  1. Menyiapkan wadah plastik untuk tempat perendaman spesimen
  2. Menyiapkan spesimen uji
  3. Melakukan penimbangan awal pada masing-masing spesimen
  4. Memasukkan larutan elektrolit ke dalam wadah plastik
  5. Merendam spesimen ke dalam elektrolit
  6. Spesimen direndam selama 4 jam kemudian dilakukan penimbangan
  7. Melakukan uji kekerasan vickers
- b. Pengujian weight loss dengan inhibitor
  1. Menyiapkan wadah plastik untuk tempat perendaman spesimen
  2. Menyiapkan spesimen uji
  3. Melakukan penimbangan awal pada masing-masing spesimen
  4. Memasukkan larutan elektrolit ke dalam wadah plastik
  5. Memasukkan inhibitor dengan konsentrasi yang sudah ditentukan
  6. Merendam spesimen ke dalam campuran elektrolit dan inhibitor
  7. Specimen direndam selama 4 jam kemudian dilakukan penimbangan

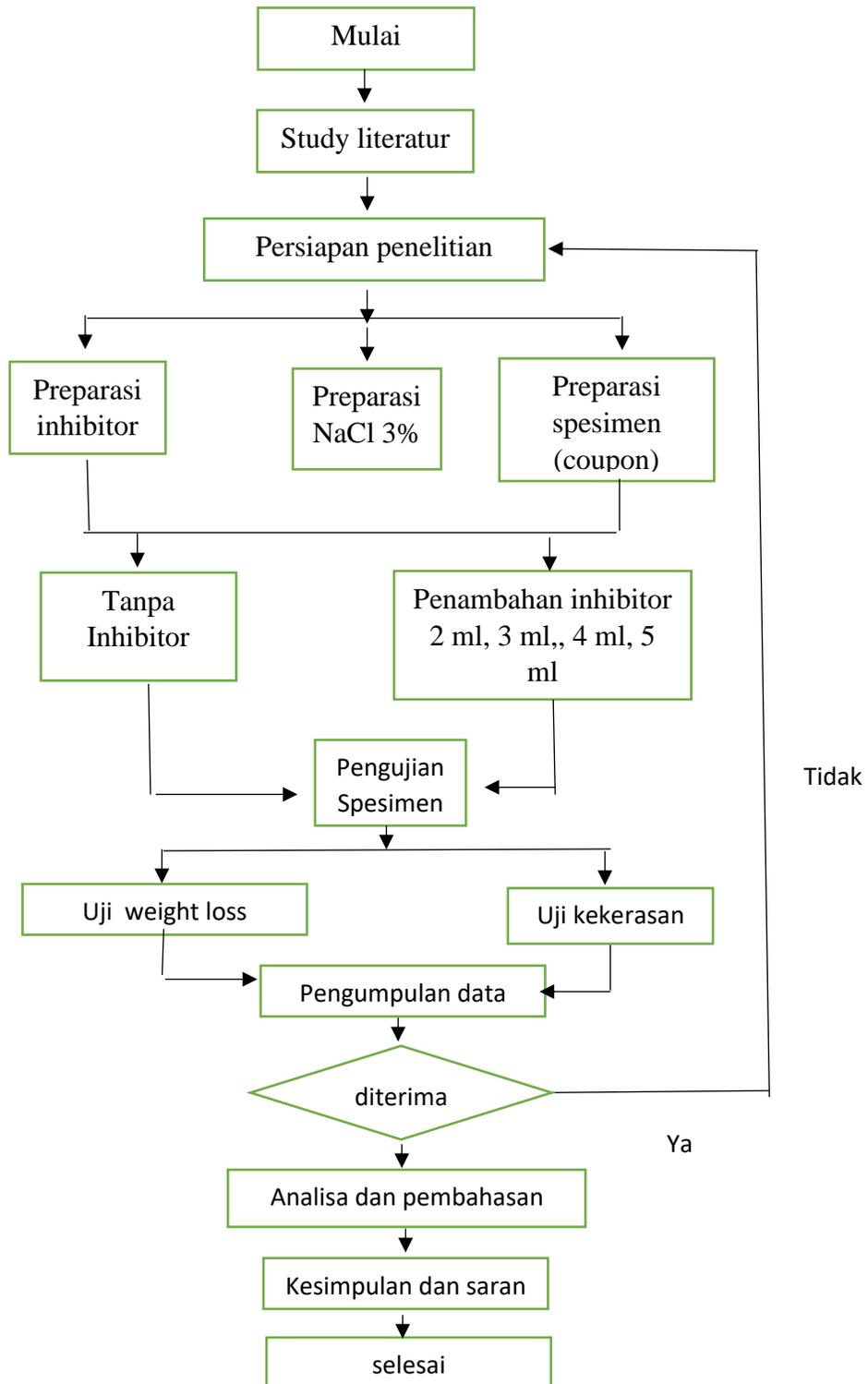
### **III.5.2 Uji Kekerasan**

Dalam pengujian kekerasan ini, penulis menggunakan indektor berupa bola prisma yang dipasang tepat bagian tengah hardness tester. Setelah itu dilakukan

penekanan pada benda atau material yang diuji dengan besar gaya Sudut antara sisi-sisi yang berhadapan pada limas adalah  $136^\circ$ . Beban yang digunakan sebesar 30kgf dan durasi selama 10 detik, pengujian dilakukan setelah pengujian weight loss. Hasil penetrasi atau penekanan akan dianalisa untuk mengukur tingkat kekerasan material tersebut.

1. Pasang landasan benda uji pada dudukan
2. Letakkan benda uji pada landasan dan kencangkan
3. Pasang penetrator diamond pada dudukannya, kencangkan mur
4. Pilih beban dan durasi waktu yang ingin digunakan
5. Luruskan penetrator diamond pada benda uji
6. Pasang lensa pembesar yang diinginkan
7. Ukur kedua diagonal bekas penekanan pada kaca pembesar, kemudian ambil nilai rata-ratanya
8. Hitung kekerasan benda uji

### III.6 Bagan Alur Penelitian



## BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Hasil ekstraksi

Dalam penelitian pemanfaatan ekstrak daun pepaya sebagai green inhibitor pada egrek sawit Hasil dari ekstraksi menggunakan metode maserasi pada daun pepaya menghasilkan bentuk seperti pasta berwarna hijau tua yang mengandung senyawa yang dapat menghambat laju korosi.



**Gambar IV.1** Hasil maserasi

## IV.2 Pembuatan Spesimen

Spesimen yang diteliti pada penelitian ini adalah egrek sawit yang berbentuk seperti sabit dibentuk menjadi spesimen uji. Kemudian di potong menjadi 5 bagian dan berbentuk persegi panjang, spesimen inilah yang akan menjadi objek penelitian.



**Gambar IV.2** Pemotongan Egrek sawit menjadi spesimen berbentuk persegi panjang

## IV.3 Pembuatan Larutan

Larutan merupakan media penghantar korosi pada spesimen. Larutan terdiri dari campuran antara NaCl dan aquadest dengan komposisi tertentu sesuai dengan yang di butuhkan. Pada penelitian ini salinitas yang digunakan adalah. Larutan NaCl 3% disusun oleh komposisi 30 gram NaCl dicampur dengan 1000 ml aquadest. NaCl dan aquadest kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia dan diaduk hingga tercampur sempurna



a. Aquadest



b. Garam



c. Larutan NaCl 3%

**Gambar IV.3** Larutan 3% NaCl

#### **IV.4 Perendaman spesimen**

Spesimen yang telah dipotong kemudian diamplas agar terbebas dari karat, kemudian 5 spesimen tersebut dimasukan kedalam larutan NaCl 3% dengan penambahan inhibitor ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi dari 0%, 2%, 3%, 4%, 5%. Perendaman ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak daun pepaya dan tanpa ekstrak daun pepaya terhadap penghambatan laju korosi.



**Gambar IV.4** Perendaman spesimen sebelum dan sesudah

## **IV.5 Percobaan**

### **IV.5.1 Pengukuran Berat Spesimen Sebelum Pengujian**

Spesimen yang sudah disiapkan masing-masing diberi kode angka sebelum dilakukan penimbangan dengan neraca analitik agar tidak tertukarnya berat antara spesimen yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap perhitungan laju korosi. Kemudian spesimen yang sudah diberikan kode angka dihitung beratnya dan didata hasil-hasilnya. Hasil dari pengukuran berat tersebut yang akan menjadi data awal untuk menghitung laju korosi.



**Gambar IV.4.1** Pengukuran menggunakan neraca analitic

Data hasil pengukuran dilampirkan pada tabel berikut.

**Tabel IV.5.1** Berat Awal Spesimen

No	Kode Spesimen	Berat Spesimen ( gram)
1	0 ml	47.8648
2	2 ml	50.9154
3	3 ml	57.8219
4	4 ml	62.3791
6	5 ml	62.5921

#### IV.5.2 Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi pada penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat. Formula untuk menghitung laju korosi dengan metode kehilangan berat adalah sebagai berikut:

$$MPY = \frac{K \times W}{P \times A \times T}$$

Ket :

$W_1$  : 36,5442 gram

$W_2$  : 35,4253 gram

$K$  :  $8.46 \times 10^4$

$P$  :  $7,86 \text{ g/cm}^3$

$$A : ( 2 \times ( p \times l ) + ( p \times t ) + ( l \times t ) )$$

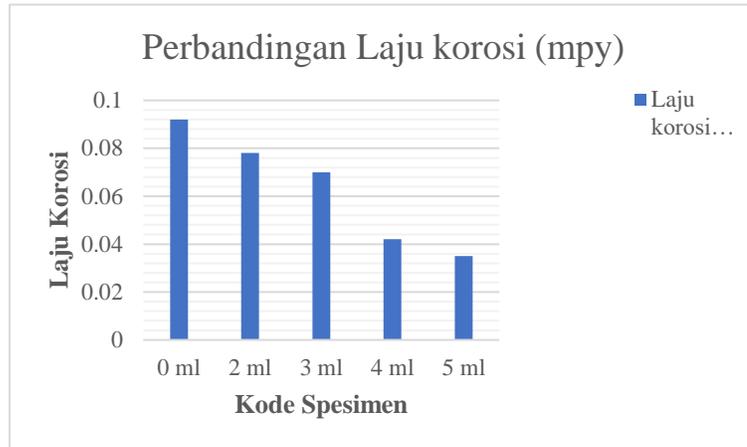
T : 120 jam

$$\begin{aligned} \text{MPY} &= \frac{K \times ( D_1 - D_2 )}{P \times A \times T} \\ &= \frac{8.46 \times 10^4 \times ( 36,5442 - 35,4253 )}{7,86 \times ( 2 \times ( p \times l ) + ( p \times t ) + ( l \times t ) ) \times 120} \\ &= 0,35613 \text{ mpy} \end{aligned}$$

#### IV.5.3 Hasil Perhitungan Laju Korosi

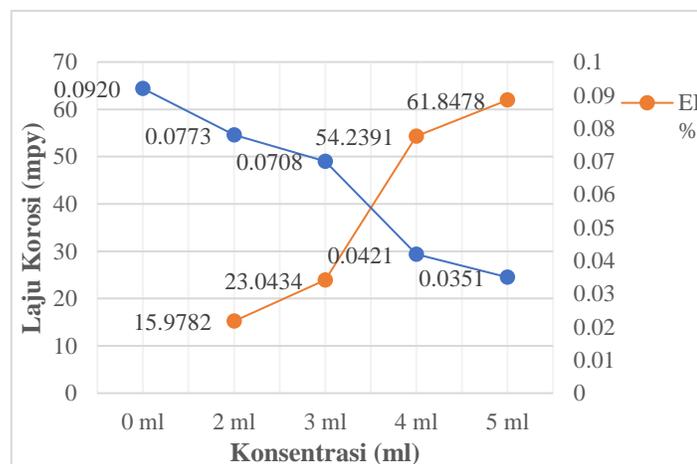
Tabel IV.5.3 Laju Korosi Pada Masing-masing Spesimen

No	Kode Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Laju korosi (mpy)	EI %
1	0 ml	5	30	50	47,8648	47,8635	0,0920	
2	2 ml	5	30	50	50,9154	50,9143	0,0773	15,9782
3	3 ml	5	30	50	57,8219	57,8209	0,0708	23,0434
4	4 ml	5	30	50	62,3791	62,3785	0,0421	54,2391
5	5 ml	5	30	50	62,5921	62,5912	0,0351	61,8478



**Gambar IV.5.3.1** Grafik laju korosi

Grafik diatas merupakan grafik perbandingan laju korosi pada setiap spesimen yang telah direndam dengan larutan NaCl 3% dan penambahan inhibitor selama 4 jam. Laju korosi tertinggi didapat pada sampel tanpa inhibitor (0 ml) sebesar 0,0920 mpy. Sedangkan laju korosi terendah didapat pada sampel dengan konsentrasi inhibitor (5ml) sebesar 0,0351 mpy. Sehingga efisiensi tertinggi pada konsentrasi 5 ml sebesar 61,8478 %. Efisiensi terendah pada spesimen 2 ml sebesar 15,9782 % dengan laju korosi 0,0773 mpy.



**Gambar IV.5.3.2** Grafik Laju Korosi Dan Efisiensi Inhibisi

Tren dari efisiensi inhibisi dapat dilihat pada gambar diatas mengalami peningkatan dari penambahan inhibitor daun pepaya dengan titik terendah pada konsentrasi larutan 0 ml (tanpa inhibitor) dan titik tertinggi pada konsentrasi 5 ml. Dari grafik ini dapat dilihat tidak bisa didapati titik konsentrasi kritis karna belum ditemukannya efisiensi yang lebih tinggi dengan penambahan inhibitor lebih dari 5 ml dan belum ditemukannya efisiensi pada penambahan konsentrasi inhibitor dari konsentrasi tertinggi.

#### **IV.5.4 Pengujian Kekerasan Vickers**

Setelah spesimen melewati uji weight loss selanjutnya dilakukan uji mekanik kekerasan terhadap material spesimen. Pada pengujian ini spesimen yang akan diuji sebanyak 5 buah dengan perlakuan konsentrasi yang berbeda- beda. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode vickers hardness number (VHN) dengan pembebanan 30 kg dan durasi selama 10 detik. pengujian diambil sebanyak 3 titik pada masing-masing spesimen, hasil dari pengujian tersebut kemudian dihitung untuk mengetahui tingkat kekerasan pada permukaan setiap spesimen.



**Gambar IV.5.3** Pengujian Kekerasan Spesimen

#### IV.5.5 Perhitungan Nilai Kekerasan Rata-Rata

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai kekerasan rata-rata ( VHN )

$$\text{Kekerasan rata-rata} = \frac{1,854 \times F}{d}$$

$$\text{HV} = 1,854 \text{ kg/mm}^2$$

$$F = 30 \text{ kgf}$$

$$d_1 = 0,97 \text{ mm}$$

$$d = 0,98 \text{ mm}$$

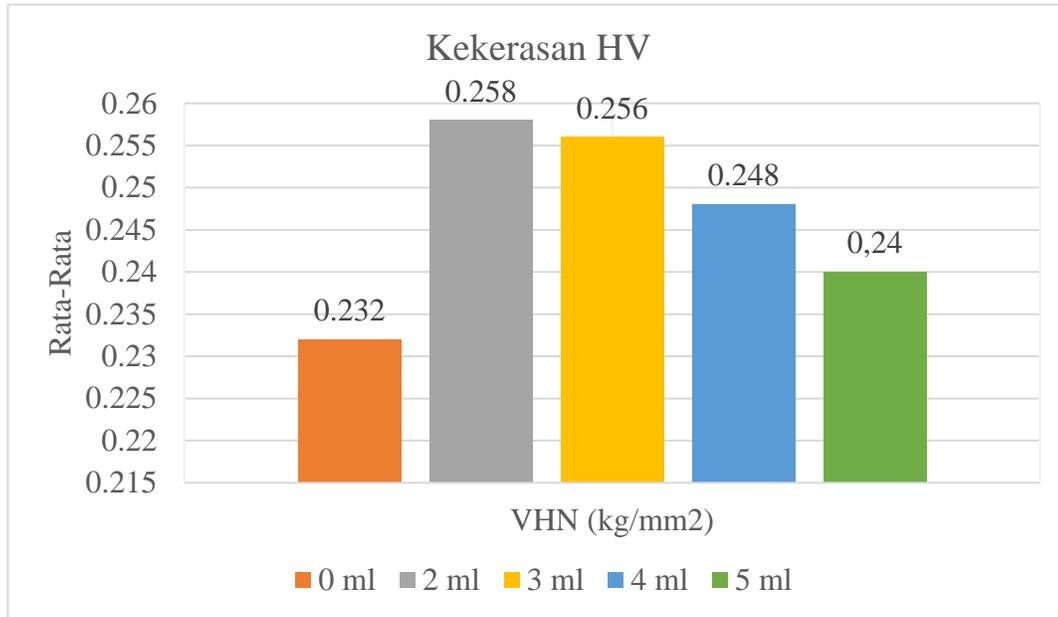
$$\text{rata rata } d_1 \text{ dan } d_2 = 0,989$$

$$\begin{aligned} \text{kekerasan rata-rata} &= \frac{1,854 \times 30}{0,989} \\ &= 56,24 \text{ VHN} \end{aligned}$$

#### IV.5.6 Hasil Pengujian Kekerasan

Tabel hasil pengujian kekerasan

NO	Kode spesimen	Kekerasan HV				VHN (kg/mm <sup>2</sup> )
		1	2	3	Rata-Rata	
1	0 ml	257,3	234,1	224,8	238,8	0,232
2	2 ml	212,4	218,6	214,0	215,0	0,258
3	3 ml	223,2	215,5	212,4	217,1	0,256
4	4 ml	235,6	232,5	203,1	223,8	0,248
5	5 ml	223,2	231,7	238,0	231,0	0,240



**Gambar IV.5.6** Grafik nilai kekerasan

Pada grafik diatas pengujian kekerasan vikers menunjukkan bahwa perbandingan nilai kekerasan yang terjadi pada spesimen yang direndam selama 4 jam pada larutan NaCl 3% dan penambahan inhibitor sesuai konsentrasi yang telah ditentukan. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan konsentrasi penambahan inhibitor 2 ml sebesar 0,258 VHN. Sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen yang tanpa penambahan inhibitor sebesar 0,232 VHN.

#### **IV.6 Pembahasan**

Hasil keseluruhan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa inhibitor ekstrak daun pepaya merupakan inhibitor organik dan cukup efektif melindungi egrek sawit dari serangan korosi dalam larutan NaCl 3 % tetapi beda halnya dengan metode pengujian kekerasan vickers inhibitor ekstrak daun pepaya kurang efektif dalam meningkatkan kekerasan spesimen pada konsentrasi inhibitor yang berbeda-beda.

Dari pengujian weight loss memperlihatkan bahwa laju korosi turun seiring dengan penambahan inhibitor pada setiap masing-masing larutan. Laju korosi pada larutan NaCl 3% dengan perendaman 4 jam di konsentrasi 0 ml sebesar 0,0920 mpy, sedangkan dikonsentrasi 5 ml sebesar 0,0351 mpy. Pada pengujian ini selain mendapatkan laju korosi juga didapat efisiensi inhibitor ekstrak daun pepaya. Efisiensi inhibitor tertinggi dilarutan NaCl 3% dengan konsentrasi 5 ml yaitu sebesar 61,8478 %.

Pada pengujian kekerasan ini 5 spesimen yang telah melawati pengujian weight loss selanjutnya diberi penekanan dengan penekanan 3 titik dipermukaan setiap spesimen. Berdasarkan dari hasil pengukuran nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen sebesar 0,258 VHN, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen yang tanpa penambahan inhibitor sebesar 0,232 VHN.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Penambahan ekstrak daun pepaya dalam larutan NaCl 3% dapat menurunkan laju korosi pada egrek sawit. Pada larutan NaCl 3% dengan perendaman selama 4 jam, laju korosi terendah didapat pada konsentrasi 5 ml sebesar 0,0351 mpy. Efisiensi inhibitor tertinggi dilarutan NaCl 3% sebesar 61,8478%.
2. Pengaruh inhibitor ekstrak daun pepaya pada penelitian ini adalah bekerja secara adsorpsi pada larutan NaCl 3%. Hal ini dapat dibuktikan dari pengujian weight loss dan pengujian kekerasan.
3. Hasil pengujian kekerasan didapat nilai kekerasan tertinggi pada konsentrasi 2 ml sebesar 0,258 VHN, sedangkan nilai kekerasan terendah tanpa penambahan inhibitor sebesar 0,232 VHN.

#### **V.2 Saran**

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Perlu adanya variasi konsentrasi inhibitor yang lain untuk mengetahui konsentrasi optimum yang bisa menurunkan laju korosi.
2. Perlu adanya variasi temperatur pada pengujian selanjutnya untuk melihat kinerja inhibitor.
3. Sebaiknya perlu melakukan pengujian SEM untuk mengetahui karakteristik permukaan spesimen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Setiawan, N. E. (2018). pemanfaatan ekstrak daun tembakau sebagai inhibitor korosi pada logam baja karbon dan aluminium. CHEESA, Vol. 1 No 2 Hal 82-91.
- Afrizon, A. (2022). Studi penerapan ekstrak eceng gondok sebagai inhibitor dalam penganganan korosi di pipa salur minyak bumi. Universitas Islam Riau.
- Aji Pambudi, M. f. (2017). Analisis morfologi dan spektroskopi inframerah serat bambu betung (*dendrocalamus asper*) hasil proses alkalisasi sebagai penguat komposisi absorsi suara. Jurnal teknik ITS Vol. 6, No. 2.
- Said Ali. (2019). Potensi metabolit sekunder buah jambu biji (*psidium guajava*) sebagai inhabor korosi ramah lingkungan pada besi . CHEESA Vol. 2 No. 1 Hal 1-9.
- Almubarak, A. (2021). Pengaruh ekstrak daun pepaya (*carica papaya*) terhadap fertilitas mencit (*mus musculus*) jantan. universitas islam negeri raden saleh intan lampung.
- Ardi Prasetia Yanuar, H. P. (2016). Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap laju korosi pada material pipa dalam larutan air laut buatan.
- Bahri, S. (2020). Pengujian micro hardness metode vickers. teknologi rekayasa manufaktur politeknik negeri lhokseumawe.
- bumi, S. p. (2022). Akram Afrizon. Universitas Islam Riau .
- Elok Kamilah Hayati, A. G. (2010). fraksinasi dan identifikasi senyawa tanin pada daun belimbing wuluh (*averrhoa bilimbin L*). Jurnal kimia 4 (2).

- Fitria Ratnasari, H. I. (2016). Efisiensi inhibitor ekstrak kulit dalam semangka sebagai inhibitor korosi tinplate dalam media 2% NaCl. *Jurnal Sains Dan Seni ITS* Vol.5, no.1,.
- Gurditta, P. M. (2011). Basketful Benefits Of Papaya. *Intenational Researctch Journal Of Phatmacy*.
- Kusumastuti, R. (2012). Pengaruh ekstra buah mengkudu (*morinda citrifolia*) sebagai green inhibitor corrosion pada baja karbon dilingkungan NaCl 3,5%. Universitas Indonesia.
- Qurrota A'yun. (2015). Analisis fitokimia daun pepaya (*carica papaya* l) di balai penelitian tanaman aneka kacang dan ubi kendal payak, Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mia Yuliana Frestika, R. D. (2017). Investigasi pembentuka ikatan Zn-O Roads diatas permukaan mikrokantilever dengan uji karakteristik FTIR. *Spektra jurnal fisika dan aplikasinya* Vol. 2 No. 2.
- Murtiono, A. (2012). pengaruh quenching dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit. *e-Dinamis* Vol 2, No 2.
- Nugroho, A. (2017). *Teknologi bahan alam*. Lampung: Lambung mangkurat university press.
- Pratama,R.I.(2012).lib.ui.ac.id.Retrievedfromlib.ui.ac.id:<https://lib.ui.ac.id/m/detail.jsp?id=20308334&lokasi=lokal#>
- Putrandi, f. T. (2017). Pemanfaatan ekstrak daun pepaya (*carica papaya*) sebagai inhibitor organik pada baja karbon API 5L grade B dalam media HCI 1M. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saito, T. S. (1992). *pengetahuan bahan teknik*. Jakarta: Pradnya paramita.

- Sanjaya, R. (2018). Efektivitas ekstrak daun pepaya (*carica papaya*) sebagai inhibitor pada baja St37 dalam medium korosif NaCl 3% dengan variasi waktu perendaman. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Suherman, A. S. (2012). Perbaikan sifat fisis dan mekanis alat panen buah kelapa sawit (egrek dan dodos) produk lokal. *jurnal dinamis*, vol 1, no 11.
- William D.Callister, J. (2007). *materials science and engineering. an introduction*.
- yeni stiadi, s. a. (2019). Inhibisi korosi baja ringan menggunakan bahan alami dalam medium asam klorida. *Riset kimia Vol.10, No1, 59*.
- Yunaidi. (2016). perbandingan laju korosi pada baja karbon rendah dan stainless steel seri 201,304 dan 430 dalam media nira. *jurnal mekanika dan sistem termal vol. 1(1)*.

## LAMPIRAN

### 1. Proses pembuatan larutan NaCl 3%



## 2. Proses Penimbangan Spesimen



### 3. Pengujian Kekerasan Vickers



