

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya L*) SEBAGAI  
INHIBITOR PADA BAJA KARBON AISI 1020 DALAM MEDIUM  
KOROSIF NaCl 3%**

**(Skripsi)**

**Oleh:**

**REPANGGA YUGI ADITAMA**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*CARICA PAPAYA L*) SEBAGAI INHIBITOR PADA BAJA KARBON AISI 1020 DALAM MEDIUM KOROSIF NaCl 3%**

**Oleh**

**REPANGGA YUGI ADITAMA**

Ekstrak daun pepaya yang digunakan sebagai inhibitor pada sampel baja karbon AISI 1020, direndam dalam medium karosif NaCl 3%. Variasi waktu perendaman 4 hari dan 8 hari dengan konsentrasi inhibitor 0%, 3%, 5% dan 7%. Sampel yang telah dilakukan perlakuan diperoleh hasil perhitungan laju korosi yang paling lambat pada sampel AISI 1020 4.5 dan yang paling cepat pada sampel AISI 1020 8.0. Inhibitor mempunyai nilai efisiensi paling efisien pada sampel AISI 1020 4.5 dan nilai yang tidak efisien pada sampel AISI 1020 8.7. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa struktur kristal yang terbentuk merupakan BCC dengan fasa Fe murni. Karakterisasi SEM menunjukkan morfologi permukaan sampel terlihat adanya gumpalan. Karakterisasi EDS pada sampel terlihat unsur Oksigen (O) dan Clorin (Cl) yang mengindikasikan bahwa sampel telah terkorosi.

**Kata kunci:** Inhibitor, korosi, baja karbon AISI 1020, NaCl, pepaya, X-RD, SEM dan EDS.

## **ABSTRACT**

### **PEPAYA LEAF EXTRACT EFFECTIVENESS (CARICA PAPAYA L) AS INHIBITOR IN CARBON AISI 1020 STEEL IN NaCl 3% CORROSIVE MEDIUM**

**By**

**REPANGGA YUGI ADITAMA**

Papaya leaf extract used as an inhibitor in carbon steel sample AISI 1020, was immersed in a 3% carboxy NaCl medium. Variation of immersion time of 4 days and 8 days with 0%, 3%, 5% and 7% inhibitor concentration. The treated sample obtained the slowest corrosion rate calculation result in AISI 1020 4.5 sample and the fastest in AISI 1020 8.0 sample. The inhibitor has the most efficient efficiency rating in the AISI 1020 4.5 sample and the inefficient value in the AISI 1020 8.7 sample. The result of XRD characterization shows that the crystalline structure formed is BCC with pure Fe phase. SEM characterization shows the surface morphology of the sample seen the presence of clots. Characterization of EDS in the sample seen elements of Oxygen (O) and Chlorin (Cl) which indicates that the sample has been corroded.

**Key words:** Corrosion, inhibitor, AISI 1020 carbon steel, NaCl, papaya leaf, XRD, SEM and EDS.

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya L*) SEBAGAI  
INHIBITOR PADA BAJA KARBON AISI 1020 DALAM MEDIUM  
KOROSIF NaCl 3%**

**Oleh**

**REPANGGA YUGI ADITAMA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi

: **EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA  
(*Carica papaya L*) SEBAGAI INHIBITOR  
PADA BAJA KARBON AISI 1020 DALAM  
MEDIUM KOROSIF NaCl 3%**

Nama Mahasiswa

: **Repangga Yugi Aditama**

Nomor Induk Mahasiswa

: **1417041067**

Jurusan

: **Fisika**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Bandar Lampung, 09 Juli 2018

**MENYETUJUI**

1. Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

**Drs. Ediman Ginting, M.Si.**

NIP. 195708251986031002

**Drs. Syafriadi, M.Si.**

NIP. 196108211992031002

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

**Arif Surtano, S.Si., M.Si., M.Eng.**


NIP. 19710909 200012 1 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

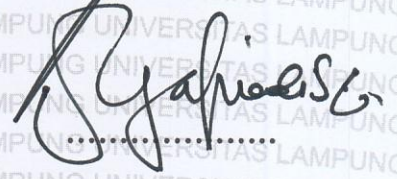
**Ketua**

**: Drs. Ediman Ginting, M.Si.**



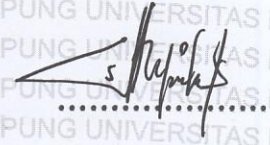
**Sekretaris**

**: Drs. Syafriadi, M.Si.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing: Suprihatin, S.Si., M.Si.**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Dr. Warsito, S.Si., D.E.A.**

**NIP. 19710212 199512 1 001**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 09 Juli 2018**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagai mana disebut dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.



Bandar Lampung, 09 Juli 2018

Repangga Yugi Aditama  
NPM. 1417041067

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro, pada tanggal 18 Juli 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara oleh pasangan Bapak Gatot Yugianto dan Ibu Isbandiah. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 1 Penawar Jaya pada tahun 2006, SMPN 1 Banjar Margo pada tahun 2011 dan pada tahun 2011 melanjutkan di SMAN 1 Banjar Margo selama satu semester. Pada tahun 2012 berpindah sekolah ke SMAN 10 Bandar Lampung dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2014.

Selanjutnya pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur SNMPTN undangan. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti Taekwondo Universitas Lampung dan menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Fisika sebagai Anggota Bidang Kaderisasi tahun 2014-2015. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum Sains Dasar Fisika. Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Budidaya Kulit, Karet dan Plastik (BBKKP), Yogyakarta dengan judul “Uji Ketahanan Tarik dan Kemuluran pada Kulit Kambing dengan Bahan Penyamak  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ”. Kemudian penulis melakukan penelitian tentang korosi baja yang berjudul “Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya L*) sebagai Inhibitor pada Baja Karbon AISI 1020 dalam Medium Korosif NaCl 3%” sebagai tugas akhir di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.



## **Motto**

**“Target tidak akan pernah tercapai,  
jika kita tidak pernah berusaha untuk mencapainya”**

**“Lebih baik mencoba dengan usaha sendiri dibanding  
mendengarkan perkataan orang lain”**

Aku persembahkan karya kecilku ini kepada

**ALLAH SWT**

Kedua Orang Tuaku, yang selalu mendo'akanku, mengasihiku,  
mendukungku, menyemangatiku, dan sebagai motivator terbesar dalam  
hidupku

Adikku serta keluarga besar yang menjadi penyemangatku

Sahabat dan teman seperjuangan Angkatan '14

Almamater Tercinta.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya L*) SEBAGAI INHIBITOR PADA BAJA KARBON AISI 1020 DALAM MEDIUM KOROSIF NaCl 3%”**. Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana dan melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 09 Juli 2018

Penulis,

**Repangga Yugi Aditama**

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas kuasa-Nya penulis masih diberikan kesempatan untuk mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian dan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si, sebagai Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang mendukung dari awal sampai akhir penulisan.
2. Bapak Drs. Syafriadi, M.Si, sebagai Pembimbing II yang senantiasa sabar dalam mengoreksi skripsi dan memberikan masukan-masukan serta nasehat untuk menyelesaikan skripsi ini dari awal sampai akhir penulisan.
3. Ibu Suprihatin, S.Si., M.Si, sebagai Penguji yang telah mengoreksi kekurangan, memberi kritik dan saran selama penulisan skripsi.
4. Kedua orangtuaku Bapak Gatot Yugianto dan Ibu Isbandiah, serta adikku Dian Permata Hati dan seluruh keluarga besarku yang luar biasa selalu menyemangatiku. Terimakasih untuk kehadirannya dalam hidupku yang senantiasa memberikan dukungan, do'a dan semangat yang begitu besar.

5. Bapak Dr. Junaidi, S.Si., M.Si, sebagai Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan serta nasehat dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan tugas akhir.
6. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng, selaku Ketua Jurusan di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Sekretaris Jurusan dan para dosen serta karyawan di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
8. Suci Desta Ayu, S.Kom. yang selalu membantu dalam penyelesaian tugas akhir serta memberikan semangat dan dukungan.
9. Teman-teman seperjuangan Ramon Sanjaya, Hartono Simanjuntak, Amilia Rasitiani, Liyana Mardova, Dian Mardina, Siti Fathul Ulum, dan teman-teman Fisika angkatan 2014 yang selama ini memberikan semangat.
10. Kakak-kakak tingkat yang selalu memberikan motivasi dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir.

Semoga Allah SWT memberikan nikmat sehat kepada kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 09 Juli 2018

Penulis

Repangga Yugi Aditama

## DAFTAR ISI

|                                  | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------|----------------|
| <b>ABSTRAK</b> .....             | i              |
| <b>ABSTRACT</b> .....            | ii             |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....       | iii            |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> ..... | iv             |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....  | v              |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....  | vi             |
| <b>RIWAYAT HIDUP</b> .....       | vii            |
| <b>MOTTO</b> .....               | viii           |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> ..... | ix             |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....      | x              |
| <b>SANWACANA</b> .....           | xi             |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....          | xiii           |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....       | xv             |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....        | xvii           |
| <b>I. PENDAHULUAN</b>            |                |
| A. Latar Belakang .....          | 1              |
| B. Rumusan Masalah .....         | 4              |
| C. Batasan Masalah .....         | 4              |
| D. Tujuan Penelitian .....       | 4              |
| E. Manfaat Penelitian .....      | 5              |

## II. TINJAUAN PUSTAKA

|   |    |
|---|----|
| A. Baja .....   | 6  |
| 1. Pengertian Baja .....  | 6  |
| 2. Klasifikasi Baja .....   | 7  |
| B. Korosi .....   | 10 |
| 1. Pengertian Korosi .....  | 10 |
| 2. Faktor Korosi.....   | 13 |
| 3. Jenis-Jenis Korosi.....  | 16 |
| 4. Laju Korosi.....   | 20 |
| C. Inhibitor .....  | 22 |
| 1. Pengertian Inhibitor .....   | 22 |
| 2. Pembagian Inhibitor Korosi .....   | 23 |
| D. Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi .....                                 | 24 |
| 1. Metode Ekstraksi.....  | 24 |
| 2. Pepaya ( <i>Carica papaya L</i> ).....   | 25 |
| 3. Klasifikasi Pepaya ( <i>Carica papaya L</i> ) .....                                | 25 |
| 4. Kandungan Senyawa Daun Pepaya.....   | 26 |
| E. Tanin.....   | 27 |
| F. <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)</i> ..... | 28 |
| G. XRD ( <i>X-Ray Diffraction</i> ).....  | 31 |

## III. METODE PENELITIAN

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| A. Tempat dan waktu penelitian ..... | 33 |
| B. Alat dan bahan.....               | 33 |
| C. Diagram alir penelitian.....      | 34 |
| D. Kode sampel .....                 | 36 |

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

|  |    |
|--|----|
| A. Hasil Pengujian Komposisi .....   | 41 |
| B. Hasil Perhitungan Laju Korosi dan Efektivitas Inhibitor.....  | 41 |
| C. Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> .....   | 46 |
| D. Analisis <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> dan<br><i>Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)</i> ..... | 53 |

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

|                     |    |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan ..... | 68 |
| B. Saran.....       | 69 |

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>Gambar 1.</b> Mekanisme korosi.....  | 10             |
| <b>Gambar 2.</b> Korosi merata.....   | 16             |
| <b>Gambar3.</b> Korosi sumuran.....   | 17             |
| <b>Gambar 4.</b> Korosi celah pada <i>stainless steel</i> .....                             | 18             |
| <b>Gambar 5.</b> Korosi galvanik.....   | 19             |
| <b>Gambar 6.</b> Korosi antar batas butir .....   | 20             |
| <b>Gambar7.</b> Efek konsentrasi terhadap <i>inhibitor</i> anodik<br>pada laju korosi ..... | 23             |
| <b>Gambar 8.</b> Daun Pepaya .....  | 26             |
| <b>Gambar 9.</b> Struktur dasar tanin terkondensasi.....                                    | 27             |
| <b>Gambar 10.</b> Struktur asam galat .....   | 28             |
| <b>Gambar 11.</b> Skema SEM .....   | 29             |
| <b>Gambar 12.</b> Skema metode difraksi sinar-X .....                                       | 32             |
| <b>Gambar 13.</b> Bentuk sampel AISI 1020.....  | 34             |
| <b>Gambar 14.</b> Diagram alir preparasi sampel baja .....                                  | 34             |
| <b>Gambar 15.</b> Diagram alir pembuatan ekstrak daun pepaya.....                           | 35             |
| <b>Gambar 16.</b> Diagram alir pembuatan medium korosif NaCl.....                           | 35             |
| <b>Gambar 17.</b> Diagram alir perendaman sampel.....                                       | 36             |



|   |    |
|---|----|
| <b>Gambar 18.</b> Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi dalam medium korosif NaCl 3% .....        | 43 |
| <b>Gambar 19.</b> Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibitor dalam medium korosif NaCl 3%..... | 45 |
| <b>Gambar 20.</b> Difragtogram baja raw dan baja dengan perendaman 4 hari .....                                 | 47 |
| <b>Gambar 21.</b> Difragtogram baja raw dan baja dengan perendaman 8 hari .....                                 | 48 |
| <b>Gambar 22.</b> Foto SEM sampel raw AISI 1020.....  | 54 |
| <b>Gambar 23.</b> Grafik hasil analisis EDS sampel baja raw AISI 1020 .....                                     | 55 |
| <b>Gambar 24.</b> Foto SEM sampel AISI 4.0.....   | 56 |
| <b>Gambar 25.</b> Grafik hasil analisis EDS sampel baja AISI 4.0 .....  | 58 |
| <b>Gambar 26.</b> Foto SEM sampel AISI 4.5.....   | 59 |
| <b>Gambar 27.</b> Grafik hasil analisis EDS sampel baja AISI 4.5 .....  | 61 |
| <b>Gambar 28.</b> Foto SEM sampel AISI 8.0.....   | 62 |
| <b>Gambar 29.</b> Grafik hasil analisis EDS sampel baja AISI 8.0 .....  | 64 |
| <b>Gambar 30.</b> Foto SEM sampel AISI 8.3.....   | 65 |
| <b>Gambar 31.</b> Grafik hasil analisis EDS sampel baja AISI 8.03 .....   | 67 |

## DAFTAR TABEL

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| <b>Tabel 1.</b> Kandungan unsur baja AISI 1020 .....   | 8              |
| <b>Tabel 2.</b> Nilai Ketetapan Laju Korosi (K) Tiap Laju Korosi yang Diinginkan .....                                 | 21             |
| <b>Tabel 3.</b> Kode sampel .....  | 36             |
| <b>Tabel 4.</b> Hasil pengukuran baja karbon AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3% .....                              | 40             |
| <b>Tabel 5.</b> Komposisi unsur kimia penyusun baja.....   | 41             |
| <b>Tabel 6.</b> Laju korosi pada baja karbon AISI 1020.....  | 42             |
| <b>Tabel 7.</b> Efisiensi inhibitor ekstrak daun pepaya.....   | 44             |
| <b>Tabel 8.</b> Selisih nilai $2\theta/d(\text{\AA})$ antara data XRD sampel baja raw AISI 1020 dan data standar ..... | 49             |
| <b>Tabel 9.</b> Selisih nilai $2\theta/d(\text{\AA})$ antara data XRD sampel AISI 1020 4.0 dan data standar .....      | 50             |
| <b>Tabel 10.</b> Selisih nilai $2\theta/d(\text{\AA})$ antara data XRD sampel AISI 1020 4.5 dan data standar .....     | 50             |
| <b>Tabel 11.</b> Selisih nilai $2\theta/d(\text{\AA})$ antara data XRD sampel AISI 1020 8.0 dan data standar .....     | 51             |
| <b>Tabel 12.</b> Selisih nilai $2\theta/d(\text{\AA})$ antara data XRD sampel AISI 1020 8.3 dan data standar .....     | 52             |
| <b>Tabel 13.</b> Hasil analisis EDS sampel raw AISI 1020.....  | 54             |
| <b>Tabel 14.</b> Hasil analisis EDS sampel AISI 1020 4.0.....  | 57             |
| <b>Tabel 15.</b> Hasil analisis EDS sampel AISI 1020 4.5.....  | 60             |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabel 16.</b> Hasil analisis EDS sampel AISI 1020 8.0..... | 63 |
| <b>Tabel 17.</b> Hasil analisis EDS sampel AISI 1020 8.3..... | 66 |

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Baja atau besi telah banyak digunakan pada kehidupan masyarakat, seperti pada peralatan dapur, mobil, material bangunan dan lain-lain. Selain itu baja juga banyak digunakan dalam bidang industri, hal ini karena baja mudah didapatkan dan difabrikasi. Baja merupakan bahan logam yang mudah mengalami kerusakan dan kehilangan fungsi akibat proses alam, tetapi mempunyai popularitas tinggi karena logam ini memiliki kemampuan untuk dipergunakan dalam berbagai macam kebutuhan, mudah dibuat, mudah dilas, dan harganya relatif murah.

Baja karbon adalah baja yang unsur utama penyusunnya adalah Fe, biasanya tercampur juga unsur-unsur bawaan lain seperti Si 0,20% - 0,70%, Mn 0,50% - 1,00%, P < 0,60% dan S < 0,06%. Sifat mekanik sangat ditentukan oleh kandungan paduan yang terdapat di dalamnya. Kandungan unsur ini akan membentuk struktur mikro pada baja, sehingga dengan merubah komposisi maka struktur mikro juga berubah dan perubahan ini akan mempengaruhi sifat mekaniknya. Baja karbon menurut komposisi kimianya dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu baja karbon rendah, baja karbon menengah dan baja karbon tinggi.

Salah satu pemanfaatan baja adalah sebagai material konstruksi, gear kendaraan, bahan poros, material lambung kapal dan lain-lain. Baja yang digunakan pada material lambung kapal umumnya memiliki kandungan karbon rendah atau sangat rendah, salah satunya adalah baja AISI 1020. Baja AISI 1020 adalah baja karbon rendah yang memiliki harga jual murah dibandingkan baja karbon sedang, baja karbon tinggi dan baja paduan. Material ini digunakan sebagai bahan konstruksi umum. Baja AISI 1020 mempunyai keuletan tinggi dan mudah dibentuk, tetapi kekerasannya rendah.

Baja juga sangat rentan terhadap kerusakan terutama yaitu korosi atau karat. Korosi merupakan salah satu masalah serius yang berakibat pada timbulnya kerugian dalam segi pembiayaan. Baja yang telah terkorosi dalam waktu yang lama akan sangat rapuh dan berbahaya jika tidak ditangani. Masalah korosi merupakan suatu gejala degradasi kualitas permukaan suatu material yang prosesnya berjalan lambat. Berbagai faktor dapat mempengaruhi terjadinya korosi diantaranya lingkungan, campuran logam dan lain-lain. Proses terjadinya korosi pada logam tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan atau dicegah (Jones, 1997).

Proses pencegahan korosi dapat dilakukan, diantaranya dengan pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Hermawan, 2007).

Inhibitor korosi merupakan zat yang ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan laju korosi terhadap logam. Umumnya inhibitor

korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin, dan senyawa-senyawa amina. Pada kenyataannya bahwa bahan kimia sintesis ini merupakan bahan kimia yang berbahaya, harganya lumayan mahal, dan tidak ramah lingkungan (Haryono dkk, 2010). Sedangkan senyawa organik yang digunakan adalah senyawa yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom lain yang memiliki pasangan elektron bebas sehingga mampu membentuk senyawa kompleks dengan logam. Syarat-syarat inhibitor korosi yang baik harus murah, tidak beracun, aman bagi lingkungan, dan tersedia di alam.

Salah satu penggunaan inhibitor dalam mengatasi masalah korosi yang terjadi pada logam adalah dengan mengekstrak daun pepaya sebagai salah satu bahan organik yang berpotensi sebagai inhibitor korosi. Selain mudah didapatkan dan harganya murah, daun pepaya juga sangat ramah lingkungan. Karena kandungan yang ada pada daun pepaya tidak ada yang bersifat merusak atau beracun.

Pada penelitian ini menggunakan baja karbon AISI 1020 yang direndam dalam medium korosif NaCl 3% pada konsentrasi inhibitor 0%, 3%, 5% dan 7% dengan waktu perendaman selama 4 hari dan 8 hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun pepaya dan waktu perendaman terhadap laju korosi pada baja karbon AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3% dan mengetahui efisiensi inhibitor dari ekstrak daun pepaya pada baja karbon AISI 1020. Hasil korosi dikarakterisasi dengan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk melihat fasa yang terbentuk, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) untuk melihat produk

korosi. Untuk menentukan laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat.

### **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) dan waktu perendaman terhadap laju korosi pada baja karbon AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3% ?
2. Berapakah efisiensi inhibitor dari ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) pada baja karbon AISI 1020?
3. Bagaimana struktur mikro, dan produk yang terbentuk pada baja karbon AISI 1020 setelah ditambahkan inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) dalam medium korosif NaCl 3% ?

### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sampel yang digunakan adalah baja karbon AISI 1020.
2. Medium korosif yang digunakan adalah NaCl dengan konsentrasi 3%.
3. Perendaman baja pada medium korosif menggunakan inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) dengan konsentrasi 0%, 3%, 5% dan 7% serta variasi waktu perendaman selama 4 hari dan 8 hari.
4. Laju korosi dihitung dengan metode kehilangan berat.
5. Karakterisasi dilakukan menggunakan XRD, SEM dan EDS.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) dan waktu perendaman terhadap laju korosi baja AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3%.
2. Mengetahui efisiensi inhibitor dari ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) pada baja karbon AISI 1020.
3. Mengetahui struktur mikro dan produk korosi pada baja karbon AISI 1020 setelah perendaman dalam medium korosif NaCl 3%.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang manfaat daun pepaya (*Carica papaya L*) sebagai inhibitor korosi pada baja karbon.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi larutan inhibitor ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L*) pada baja karbon AISI 1020 dalam medium korosif NaCl 3%.
3. Menjadi tambahan referensi tentang inhibitor korosi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, terutama di Jurusan Fisika.



## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Baja**

#### **1. Pengertian Baja**

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur utama penyusunnya yaitu besi (Fe) dan karbon sebagai salah satu dasar campurannya. Disamping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh persentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengerasan pada kisi kristal atom besi. Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Menurut ASM Handbook (1993), penambahan unsur-unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih.

## 2. Klasifikasi Baja

Baja dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dari paduan yang digunakan, berikut ini klasifikasi baja berdasarkan komposisi kimianya:

### a. Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*), baja ini mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Amanto, 1999). Baja ini juga memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) 275 MPa (40.000 psi), dan kekuatan tarik (*tensile strength*) antara 415 dan 550 MPa (60.000 dan 80.000 psi). Relatif lunak dan lemah tetapi memiliki ketangguhan dan keuletan yang luar biasa. Di samping itu, baja karbon rendah memiliki sifat mudah ditempa, mudah diaplikasikan pada mesin, dan mudah di las (Fontana dan Mars, 1986).

Baja AISI 1020 tergolong dalam baja karbon rendah karena memiliki kandungan karbon (C) dibawa 0,3% yaitu sebesar 0,139%. Kandungan unsur yang terdapat dalam baja AISI 1020 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan unsur baja AISI 1020.

| <b>Elemen</b> | <b>Kadar Sampel (%)</b> | <b>Metode</b>         |
|---------------|-------------------------|-----------------------|
| C             | 0,139                   | Spark-OES Spectromaxx |
| Si            | 0,255                   | Spark-OES Spectromaxx |
| Mn            | 0,243                   | Spark-OES Spectromaxx |
| P             | 0,0227                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Cr            | 0,116                   | Spark-OES Spectromaxx |
| Ni            | 0,0535                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Al            | 0,0022                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Co            | 0,0124                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Cu            | 0,109                   | Spark-OES Spectromaxx |
| Pb            | 0,0022                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Zn            | 0,0211                  | Spark-OES Spectromaxx |
| La            | 0,0011                  | Spark-OES Spectromaxx |
| Fe            | 98,9                    | Spark-OES Spectromaxx |

2. Baja karbon sedang, baja ini mengandung karbon 0,3% – 0,6% (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Amanto, 1999). Serta mempunyai sifat yang sulit dibengkokkan, dilas, dan dipotong (Fontana dan Mars, 1986). Setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30 – 60 kg. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.
3. Baja karbon tinggi, baja ini mengandung 0,6% – 1,5% karbon dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material *tools*. Berbeda dengan baja karbon rendah,

pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas. Baja karbon tinggi ini biasa digunakan untuk mesin pemotong, pisau, pisau gergaji besi, per (*spring*), dan kawat baja berkekuatan tinggi (Fontana dan Mars, 1986).

#### b. Baja Paduan

Baja paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran seperti nikel, mangan, molibdenum, kromium, vanadium dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki, seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Paduan dari beberapa unsur yang berbeda memberikan sifat khas dari baja. Misalnya baja yang dipadukan dengan nikel, mangan dan krom akan menghasilkan baja yang mempunyai sifat keras dan ulet. Berdasarkan paduannya baja paduan dibagimenjadi tiga macam yaitu:

##### 1. Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

Low alloy steel merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (<2,5%), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kadar karbon yang sama atau mempunyai keuletan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kekuatan yang sama. Baja jenis ini biasanya digunakan untuk perkakas seperti pahat kayu, poros dan gergaji.

##### 2. Baja paduan menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja dengan paduan elemen 2,5%-10%. Unsur-unsur yang terdapat pada baja jenis ini diantaranya Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

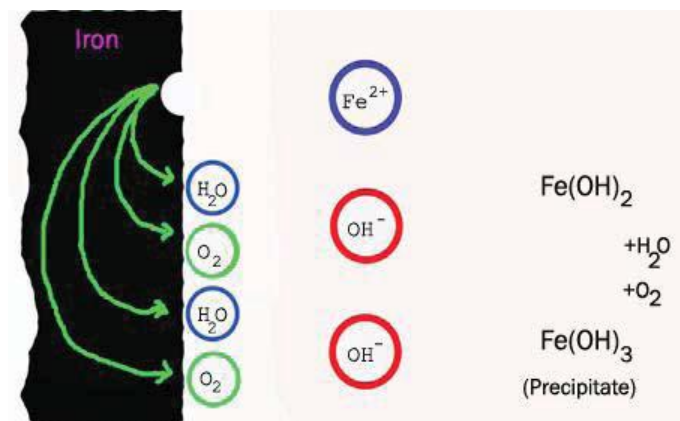
### 3. Baja paduan tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih dari 10%. Unsur-unsur yang terdapat pada baja jenis ini diantaranya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, dan P (Mulyanti, 1996).

## B. Korosi

### 1. Pengertian Korosi

Korosi berasal dari bahasa Latin "*corrosus*" yang berarti menggerogoti. Korosi didefinisikan sebagai berkurangnya kualitas suatu material (biasanya berupa logam atau campuran logam) sebagai akibat adanya interaksi dengan lingkungannya yang berlangsung secara terus-menerus yang dapat terjadi akibat interaksi secara fisika, kimia atau adanya pengaruh makhluk hidup (mikroorganisme). Mekanisme terjadinya proses korosi baja dapat dilihat pada Gambar 1.

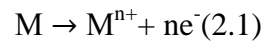


Gambar 1. Mekanisme korosi (Haryono dkk, 2010).

Reaksi korosi logam melibatkan dua reaksi setengah sel, yaitu reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katoda (Jones, 1992).

a. Anoda

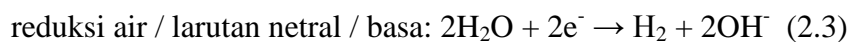
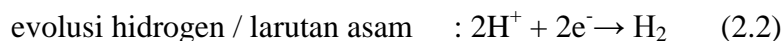
Anoda adalah bagian permukaan yang mengalami reaksi oksidasi atau terkorosi. Pada anoda ini logam terlarut dalam larutan dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Reaksi korosi suatu logam M dinyatakan dalam persamaan berikut:



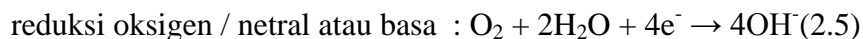
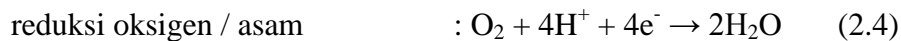
b. Katoda

Katoda adalah elektroda yang mengalami reaksi reduksi menggunakan elektron yang dilepaskan oleh anoda. Salah satu contohnya pada lingkungan air alam proses yang sering terjadi adalah pelepasan H<sub>2</sub> dan reduksi O<sub>2</sub>.

1. Pelepasan H<sub>2</sub> dalam larutan asam dan netral



2. Reduksi oksigen terlarut dalam larutan asam dan netral



3. Reduksi ion logam



Untuk mendukung suatu reaksi reduksi dan oksidasi, serta melengkapi rangkaian elektrik, antara anoda dan katoda harus dilengkapi dengan elektrolit. Elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik akibat adanya ion-ion yang terurai di dalam larutan. Dalam peristiwa korosi terdapat anoda, katoda, elektrolit dan konduktor (Ali dkk, 2014). Elektrolit menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan elektron ekuivalen sehingga

reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak kandungan ion-ion dalam elektrolit maka semakin cepat elektrolit menghantarkan arus listrik. Elektrolit ini sendiri terdapat pada lingkungan dari suatu rangkaian elektrik. Beberapa lingkungan yang dapat bersifat katoda adalah lingkungan air, atmosfer, gas, asam mineral, tanah dan minyak. Proses ini terus berlanjut sampai logam tersebut habis, kecuali logam itu dapat membentuk lapisan permukaan protektif, atau sampai reaktan katoda habis.

Dua buah logam yang memiliki sifat yang berbeda yang saling berdekatan akan menghasilkan ion positif dan negatif, kemudian apabila bersinggungan dengan udara maka akan terbentuk senyawa baru karena udara mengandung bermacam-macam unsur, salah satu yang paling berpengaruh adalah hidrogen yang merupakan penyebab terjadinya korosi yang disebut dengan *atmospheric corrosion*.

Reaksi korosi merupakan reaksi heterogen yang sering kali dikendalikan oleh proses difusi (Sudiarti, 2014). Ketika spesimen logam murni (disebut elektroda) ditempatkan pada medium cairan (disebut elektrolit) yang tidak mengandung ion-ion spesimen, maka ion logam akan cenderung larut ke dalam medium dan permukaan logam yang hilang ionnya akan memulai proses redeposisi untuk mempertahankan sifat logam tersebut, transfer ion logam ke medium cairan disebut proses oksidasi (hilangnya elektron) dan redeposisi yang menyebabkan reduksi (Eliades, 2002).

Korosi dapat terjadi apabila terdapat empat elemen di bawah ini :

1. Anoda terjadi reaksi oksidasi, maka daerah tersebut akan timbul korosi



2. Katoda terjadi reaksi reduksi, daerah tersebut menambah elektron
3. Ada hubungan (*Metallic Pathaway*) tempat arus mengalir dari katoda ke anoda
4. Larutan korosif yang dapat mengalirkan arus listrik, mengandung ion-ion.

Agar korosi dapat terjadi, keempat elemen di atas harus ada. Jika salah satu dari keempat elemen itu tidak ada, maka korosi tidak akan terjadi. Kondisi yang memungkinkan korosi berlangsung secara elektrokimia adalah bila pada waktu bersamaan terdapat beda potensial (antara anoda, tempat berlangsungnya reaksi oksidasi, dan katoda tempat berlangsungnya reaksi reduksi), mekanisme perpindahan muatan antara penghantar elektronik dan penghantar elektrolitik, dan sirkuit hantaran listrik yang sinambung antara anoda dan katoda (Sudiarti, 2014).

## 2. Faktor Korosi

Menurut Trethewey dan Chamberlin (1991), ada beberapa faktor penyebab terjadinya korosi antara lain adalah udara, air, tanah dan zat-zat kimia.

### a. Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan bumi dan komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konsisten. Adanya oksigen yang terdapat di dalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab sehingga kemungkinan terjadi korosi lebih besar.

### b. Air

Air dapat dibedakan atas air laut dan air tawar. Air laut merupakan larutan yang mengandung berbagai macam unsur yang bersifat korosif. Konsentrasi air laut



dinyatakan dengan salinitas, yaitu jumlah bahan-bahan mineral yang terlarut dalam satu kilogram air laut. Karena banyaknya bahan-bahan mineral yang terdapat dalam air laut maka akan mempengaruhi laju korosi suatu bahan logam.

Air laut sangat mempengaruhi laju korosi dari logam yang dilalui atau yang kontak langsung dengannya. Hal ini dikarenakan air laut mempunyai konduktivitas yang tinggi dan memiliki ion klorida yang dapat menembus permukaan logam (Kirk dan Othmer, 1965).

Air tawar seperti air sungai, air danau atau air tanah dapat mengandung berbagai macam garam alami, asam, oksigen, dan zat-zat kimia lain yang berasal dari susunan geologi dan mineral dari daerah yang bersangkutan. Biasanya zat terlarut yang membentuk asam, misalnya belerang dioksida, karbon dioksida dan sebagainya akan mempercepat laju korosi (Sulaiman, 1978).

#### c. Tanah

Di dalam tanah, korosi terjadi pada pipa, kabel dan pada pondasi logam yang terendam di dalamnya. Tiang baja yang dikubur jauh di dalam tanah yang sudah lama tidak digali akan terkena korosi karena kurangnya oksigen dalam tanah. Pada pemasangan pipa di dalam tanah memungkinkan adanya oksigen terkurung di dalam tanah sehingga dapat menyebabkan korosi. Korosi elektrokimia dapat terjadi dalam tanah akibat adanya arus listrik yang disebabkan oleh kebocoran arus listrik dari kabel jalan rel kereta api atau sumber-sumber lain.

Tanah harus dianalisis terlebih dahulu sebelum logam-logam dimasukkan ke dalamnya, karena tanah dapat mengandung berbagai macam zat kimia dan mineral yang korosif. Setelah dianalisis, kita dapat menentukan usaha perlindungan yang tepat terhadap logam-logam tersebut dari serangan korosi di dalam tanah.

d. Zat-zat kimia

Zat kimia yang dapat menyebabkan korosi antara lain asam, basa dan garam, baik dalam bentuk cair, padat maupun gas. Pada umumnya, korosi oleh zat kimia pada suatu material dapat terjadi bila material mengalami kontak langsung dengan zat kimia tersebut (Trethewey dan Chamberlin, 1991).

e. Suhu

Pada suhu ruang korosi dapat terjadi, tetapi prosesnya berlangsung lama. Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi korosi juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya (Fogler, 1992).

f. pH

Kenaikan laju korosi pada logam terjadi pada pH di bawah 4 (bersifat asam) dan di atas 12 (bersifat basa), hal ini disebabkan karena lapisan pelindung pada besi tidak terbentuk (Roberge, 2008).

g. Waktu kontak

Inhibitor dapat membuat ketahanan logam terhadap korosi lebih tinggi. Dengan adanya penambahan inhibitor ke dalam larutan, maka laju korosi akan terhambat. Namun semakin lama waktu perendaman, maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu (Uhlig, 1961). Jadi dapat dikatakan bahwa inhibitor memiliki batasan waktu tertentu untuk melindungi logam dari korosi.

### 3. Jenis-Jenis Korosi

Korosi terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

a. Korosi merata (*general*)

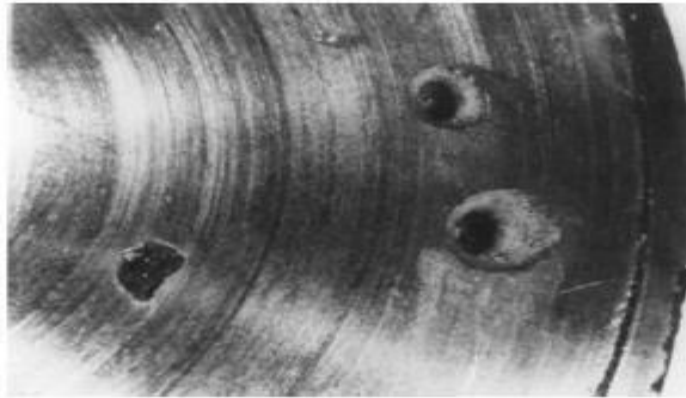
Korosi yang terjadi pada suatu logam secara menyeluruh, sebagai contoh korosi yang terjadi pada tiang-tiang penyangga di penambangan lepas pantai. Gambar hasil korosi merata dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Korosi merata (Priyotomo, 2008).

b. Korosi sumuran (*pitting corrosion*)

Korosi lokal yang secara selektif menyerang bagian permukaan logam yang selaput pelindungnya tergores atau retak akibat perlakuan mekanik atau mempunyai tonjolan akibat dislokasi atau mempunyai komposisi heterogen dengan adanya inklusi, segregasi dan presipitasi. Gambar hasil korosi sumuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Korosi sumuran (Chatterjee dkk, 2001).

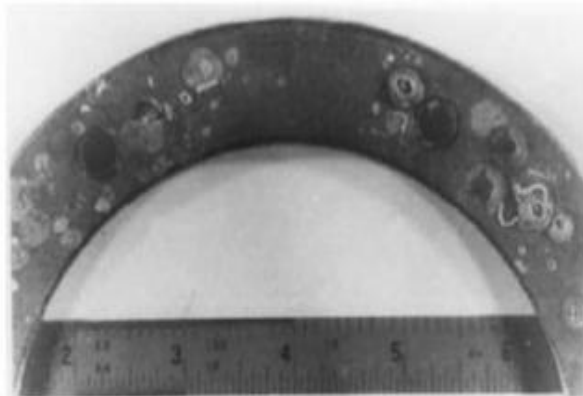
Karakteristik korosi sumuran yaitu:

1. Korosi akan tersebar ke seluruh daerah yang kecil. Lubang–lubang korosi terkadang terisolasi dan terkadang dekat antara satu sama lain, sehingga memberikan tampilan yang kasar pada daerah yang terkorosi.
2. Lubang korosi atau korosi sumuran biasanya berinisiasi pada permukaan yang lebih tinggi pada bagian yang diletakkan secara horizontal dan tumbuh searah dengan arah gravitasi.
3. Lubang korosi atau korosi sumuran biasanya membutuhkan masa inisiasi yang panjang sebelum akhirnya muncul lubang korosi.
4. Lubang korosi dipengaruhi oleh autokatalik di alam. Oleh karena itu, korosi tersebar sendiri meskipun tidak ada rangsangan eksternal. Jadi, begitu terinisiasi lubang korosi terus tumbuh.
5. Larutan dalam keadaan stagnan atau diam akan menyebabkan terbentuknya lubang korosi, bahkan material yang dalam medium yang bergerak juga rentan terhadap lubang korosi.

6. Baja tahan karat dan paduannya sangat rentan terhadap lubang korosi. Korosi pada baja tahan karat sering terjadi dalam larutan netral ke asam klorida. Baja karbon lebih tahan terhadap lubang korosi dibandingkan baja tahan karat.
7. Lubang-lubang korosi pada umumnya berasosiasi dengan ion halida, klorida, bromida, dan hipoklorit yang sangat kuat. Halida tembaga, besi dan merkuri sangat kuat karena kationnya tereduksi secara katodikal dan meneruskan laju korosi (Chatterjee dkk, 2001).

c. Korosi celah

Korosi yang terjadi karena sebagian permukaan logam terhalang dari lingkungan dibanding bagian lain logam yang menghadapi elektrolit dalam volume yang besar. Gambar hasil korosi celah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Korosi celah pada *stainless steel* (Chatterjee dkk, 2001).

Mekanisme korosi celah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mula-mula elektrolit mempunyai komposisi seragam. Korosi terjadi perlahan-lahan di seluruh permukaan logam baik di luar maupun di dalam celah.
2. Pengambilan oksigen yang terlarut menyebabkan lebih banyak lagi difusi oksigen dari permukaan elektrolit yang kontak langsung dengan atmosfer.

Oksigen di permukaan luar celah lebih mudah dikonsumsi dibandingkan di dalam celah. Akibatnya proses katodik di dalam celah terhambat sehingga pembangkitan ion hidroksil berkurang.

3. Produksi ion-ion positif dalam celah menyebabkan ion-ion negatif dari elektrolit terdifusi ke dalam celah. Ion-ion negatif seperti  $\text{Cl}^-$  menyebabkan penurunan pH, sehingga mempercepat dan merusak selaput bahan.
  4. Peningkatan ion hidrogen mempercepat proses pelarutan logam sehingga serangan korosi lebih hebat (Lister dan Cook, 2011).
- d. Korosi logam tak sejenis (galvanik)

Korosi yang disebabkan adanya dua logam tak sejenis (*dissimilar metals*) yang bergandengan (*coupled*) membentuk sebuah sel korosi basah sederhana. Gambar dari hasil korosi logam tak sejenis dapat dilihat pada Gambar 5.



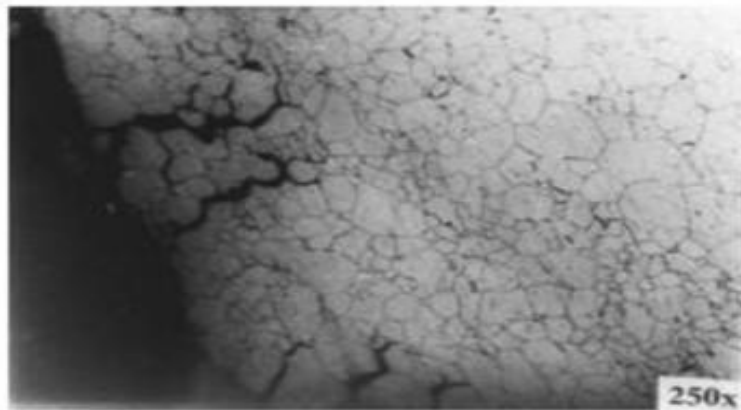
Gambar 5. Korosi galvanik (ASM Handbook, 1991).

e. Korosi erosi

Korosi yang disebabkan akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam. Korosi ini biasanya disebabkan karena terjadinya proses-proses elektrokimia dan oleh efek-efek mekanik seperti abrasi dan gesekan.

f. Korosi batas butir

Korosi yang disebabkan oleh ketidak sesuaian struktur kristal pada batas butir yang memiliki kedudukan atom-atom secara termodinamika yang kurang mantap dibandingkan atom-atom pada kedudukan kisi sempurna. Gambar hasil korosi antar batas butir dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Korosi antar batas butir (Chatterjee dkk, 2001).

#### 4. Laju korosi

Laju korosi adalah kecepatan penembusan logam atau kehilangan berat persatuan luas tergantung pada teknik pengukuran yang digunakan dan dinyatakan dalam satuan *mmpy* (*millimeter per year*) dan besarnya laju dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$CR = \frac{KW}{AT\rho}(2.8)$$

dengan:

CR = Laju korosi (mmpy)

K = Konstanta laju korosi

W = Selisih massa (mg)

T = Waktu perendaman (tahun)

A = Luas permukaan (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  = Massa jenis (mg/mm<sup>3</sup>)

Efisiensi inhibitor mengindikasikan sejauh mana laju korosi diperlambat oleh kehadiran inhibitor. Efisiensi inhibitor dapat ditulis dalam persamaan berikut:

$$\eta(\%) = \frac{(CR_{uninhibited} - CR_{inhibited})}{CR_{uninhibited}} \times 100\% \quad (2.9)$$

dengan :

$\eta$  = Efisiensi inhibitor (%)

$CR_{uninhibited}$  = Laju korosi tanpa inhibitor (mmpy)

$CR_{inhibited}$  = Laju korosi dengan inhibitor (mmpy) (Roberge, 2000)

Adapun nilai ketetapan laju korosi (K) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ketetapan Laju Korosi (K) Tiap Laju Korosi yang Diinginkan.

| Unit Laju Korosi yang Diinginkan                    | Nilai Ketetapan Laju Korosi(K) |
|---|--------------------------------|
| Mil per tahun                                       | $3.45 \times 10^6$             |
| Inchi per tahun                                     | $3.45 \times 10^3$             |
| Inchi per bulan                                     | $2.87 \times 10^2$             |
| Millimeter per tahun                                | $8.76 \times 10^4$             |
| Mikrometer per tahun                                | $8.76 \times 10^7$             |
| Gram per meter persegi per jam(g/m <sup>2</sup> .h) | $1.00 \times 10^4$             |

(Graedel, 2001).



## C. Inhibitor

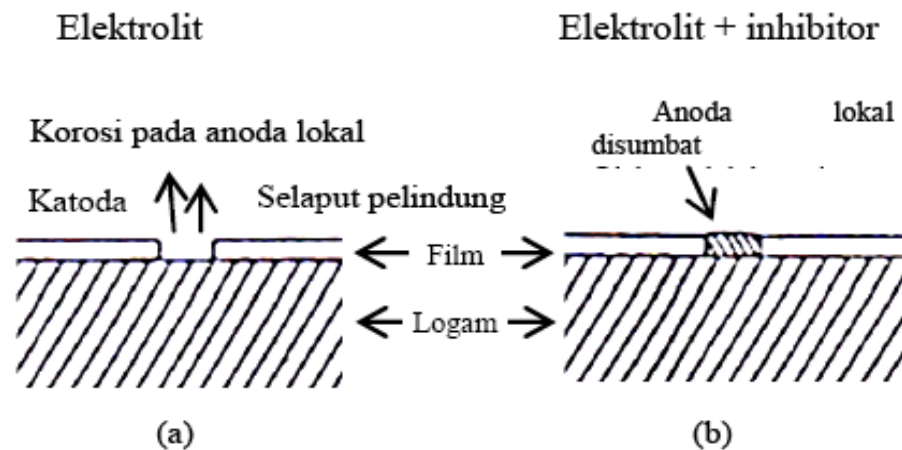
### 1. Pengertian Inhibitor

Inhibitor korosi adalah senyawa kimia yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan dapat mengurangi laju korosi pada logam (Fontana dan Greene, 1986). Untuk memperlambat reaksi korosi digunakan bahan kimia yang disebut inhibitor yang bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan metal. Lapisan molekul pertama yang terbentuk mempunyai ikatan yang sangat kuat yang disebut *chemis option*. Inhibitor korosi umumnya berbentuk fluid atau cairan yang diinjeksikan pada *production line*. Karena inhibitor tersebut merupakan masalah yang penting dalam menangani korosi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisinya.

Secara umum mekanisme kerja inhibitor adalah:

- a. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam sehingga membentuk lapisan tipis pada permukaan logam dengan ketebalan beberapa molekul sehingga tidak dapat dilihat oleh mata biasa
- b. Inhibitor melakukan korosi terlebih dahulu terhadap logam kemudian menghasilkan produk korosi dan mengalami proses absorpsi sehingga membentuk lapisan pasif pada permukaan logam
- c. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya. (Dalimunthe, 2004).

Mekanisme proses pelapisan inhibitor sebagai pencegah korosi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Efek konsentrasi terhadap inhibitor anodik pada laju korosi (Trethewey, 1991).

Fontana (1987) menjelaskan sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara modifikasi polarisasi katodik dan anodik, mengurangi pergerakan ion ke permukaan logam, menambah hambatan listrik pada permukaan logam dan menangkap atau menjebak zat korosif dalam larutan melalui pembentukan senyawa tidak agresif.

## 2. Pembagian Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi menurut bahan dasarnya, dapat dibagi menjadi dua, yaitu inhibitor dari senyawa organik dan dari senyawa anorganik (Widharto, 1999). Inhibitor organik pada umumnya berasal dari ekstrak bahan alami yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom yang mempunyai pasangan elektron bebas. Inhibitor anorganik yang saat ini biasa digunakan adalah sodium nitrit, kromat, fosfat dan garam seng (Hatch dan Nathan, 1984).

## **D. Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi**

### **1. Metode Ekstraksi**

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non polar dalam senyawa non polar. Secara umum ekstraksi dilakukan secara berturut-turut mulai dengan pelarut non polar (n-heksan) lalu pelarut yang kepolarannya menengah (etil asetat), kemudian pelarut yang bersifat polar misalnya metanol atau etanol (Harborne, 1987).

Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruang. Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat bermanfaat yang tahan terhadap pemanasan maupun yang tidak tahan terhadap pemanasan. Secara teknologi maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi dilakukan dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruang (Depkes RI, 2000).

Dasar dari maserasi yaitu melarutkan bahan kandungannya simplisia dari sel yang rusak, yang terbentuk pada saat penghalusan, ekstraksi (difusi) bahan kandungan dari sel yang masih utuh. Setelah selesai waktu maserasi, artinya keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan masuk ke dalam cairan telah tercapai dan proses difusi akan berakhir. Selama maserasi atau proses perendaman dilakukan pengocokan berulang-ulang. Upaya ini dilakukan untuk menjaga keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat di dalam cairan. Sedangkan keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya

perpindahan bahan aktif. Semakin besar perbandingan simplisia terhadap cairan pengestraksi, akan semakin banyak hasil yang diperoleh (Voigh, 1994).

Keuntungan metode ekstraksi ini, adalah metode ini lebih mudah dikerjakan dan biaya yang lebih relatif murah. Sedangkan untuk kerugian metode ini adalah pengerjaannya lama dan penyaringan kurang sempurna.

## **2. Pepaya (*Carica papaya L*)**

Pepaya merupakan tanaman yang berasal dari Amerika Tengah. Pepaya dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Tanaman pepaya oleh para pedagang Spanyol disebarluaskan ke berbagai penjuru dunia. Negara penghasil pepaya antara lain Costa Rica, Republik Dominika, Puerto Riko, dan lain-lain (Warisno, 2003). Meskipun bukan berasal dari Indonesia tanaman pepaya dapat dengan mudah dibudidayakan di Indonesia dan telah tersebar di seluruh daerah di Indonesia.

Pohon pepaya umumnya tidak bercabang atau bercabang sedikit, dan dapat tumbuh hingga setinggi 5-10 m dengan daun-daunnya yang berbentuk spiral pada batang pohon bagian atas. Daunnya menyirip lima dengan tangkai yang panjang dan berlubang di bagian tengah (Rukmana, 2003).

## **3. Klasifikasi Pepaya (*Carica papaya L*)**

Pepaya merupakan tanaman dari suku Caricaceae dengan Marga *Carica*. Marga ini memiliki kurang lebih 40 spesies, tetapi yang dapat dikonsumsi hanya tujuh spesies, diantaranya *Carica papaya L*. Tanaman pepaya berdasarkan struktur klasifikasi Cronquist (1981) adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae

Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Bangsa : Brassicales  
Suku : Caricaceae  
Marga : *Carica*  
Jenis : *Carica papaya* L.



Gambar 8. Daun Pepaya.

#### **4. Kandungan Senyawa pada Daun Pepaya**

Kandungan senyawa yang terdapat pada daun pepaya antara lain alkaloid, carpaine, caricaksatin, flavonoid, papain, saponin, violaksatin dan tanin sedangkan kandungan enzim yang terdapat pada daun pepaya antara lain adalah, glikosida, karposid, karpalin, kontinin, miosmin, nikotin, papain, dan pseudokarpain. Serta terdapat juga kandungan antikogulan dan antioksidan. Selain itu juga pada daun pepaya sendiri terdapat kandungan tanin sebesar 11,34% (A'yun dan Laily, 2015).

## E. Tanin

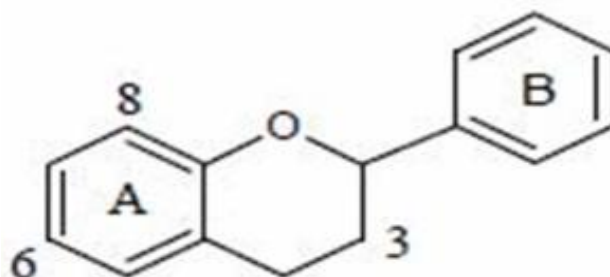
Tanin merupakan komponen zat organik derivat polimer glikosida yang terdapat dalam bermacam-macam tumbuhan, terutama tumbuhan berkeping dua (dikotil). Monomer tanin adalah digallic acid dan D-glukosa. Ekstrak tanin terdiri dari campuran senyawa polifenol yang sangat kompleks dan biasanya tergabung dengan karbohidrat rendah. Oleh karena adanya gugus fenol, maka tanin akan dapat berkondensasi dengan formaldehida. Tanin terkondensasi sangat reaktif terhadap formaldehida dan mampu membentuk produk kondensasi, berguna untuk bahan perekat termosetting yang tahan air dan panas (Westendarp, 2006).

Tanin dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

### 1. Tanin Terkondensasi

Tanin terkondensasi atau proantosianidin merupakan polimer flavonoid.

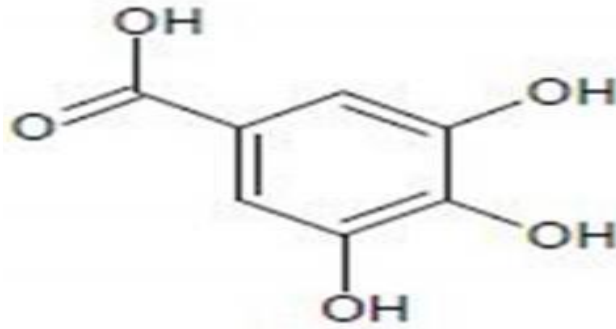
Proantosianidin didasarkan pada sistem cincin heterosiklik yang diperoleh dari fenilalanin (B) dan biosintesis poliketida (A). Proantosianidin adalah senyawa yang menghasilkan pigmen antosianidin melalui pemecahan secara oksidatif dalam alkohol panas. Kebanyakan proantosianidin adalah prosianidin, jika direaksikan dengan asam akan menghasilkan sianidin (Hagerman, 2002). Struktur tanin terkondensasi tertera pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur dasar tanin terkondensasi.

## 2. Tanin Terhidrolisis

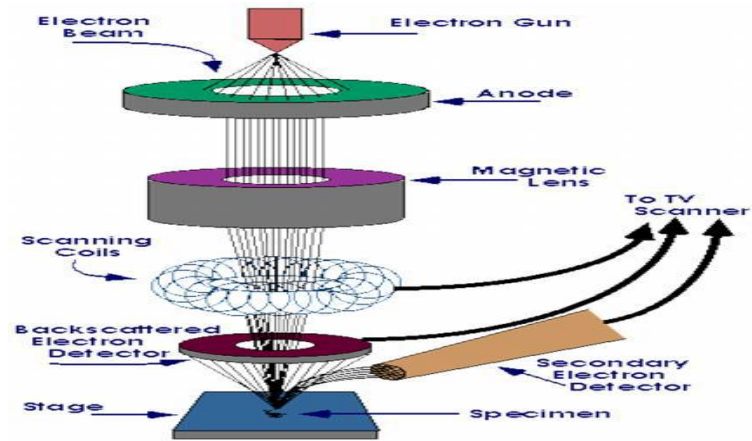
Tanin terhidrolisis merupakan turunan dari asam galat (asam 3,4,5- trihidroksil benzoat). Senyawa ini mengandung ikatan ester antara suatu monosakarida terutama gugus hidroksilnya. Struktur asam galat tertera pada Gambar 10.



Gambar 10. Struktur asam galat.

### F. *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy*(SEM-EDS)

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah alat yang dapat digunakan untuk mengamati dan menganalisis struktur mikro dan morfologi berbagai material. Sumber energi yang digunakan adalah berkas elektron, sehingga menghasilkan resolusi yang tinggi, tekstur, topografi, morfologi serta tampilan permukaan sampel yang dapat terlihat dalam ukuran mikron. SEM juga memberikan informasi skala atomik dari suatu sampel (Griffin dan Riessen, 1991). Skema SEM dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Skema SEM (Griffin dan Riessen, 1991).

*Electron Gun* merupakan sumber elektron dari bahan material yang menggunakan energi tegangan tinggi sekitar 10-40 kV. Material yang biasa digunakan yaitu tungsten dan Lantanum atau Hexaboride cerium ( $\text{LaB}_6$  atau  $\text{CeB}_6$ ). Tungsten merupakan material yang biasa digunakan sebagai *electron gun* dalam SEM-EDS. Energi panas pada bahan material akan diubah menjadi energi kinetik oleh elektron sehingga ada pergerakan elektron. Semakin besar panas yang diterima maka energi kinetiknya akan semakin besar sehingga pergerakan elektron semakin cepat dan tidak menentu yang mengakibatkan elektron tersebut terlepas dari permukaan bahan material. Bahan yang digunakan sebagai sumber elektron disebut sebagai emitter atau lebih sering disebut katoda sedangkan bahan yang menerima elektron disebut sebagai anoda atau *plate* dalam instrument SEM-EDS. *Magnetic lens* terdiri dari dua buah kodensator yang berfungsi untuk memfokuskan arah elektron. Selain itu, lensa magnetik juga berfungsi untuk menguatkan elektron sehingga informasi gambar yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. *Scanning foil* berfungsi untuk mengumpulkan berkas sinar elektron, karena pada dasarnya elektron yang dipancarkan ke sampel tidak terjadi secara kontinu melainkan berupa paket-paket energi. Setelah terjadi tumbukan antara elektron



dan sampel, detektor akan merekam interaksi yang terjadi pada sampel. Detektor *secondary electron* (SE) merupakan sintilator yang akan menghasilkan cahaya jika mengenai elektron, cahaya tersebut akan dikonversi menjadi sinyal elektrik oleh *photomultiplier*. Dalam sintilator terdapat potensial positif yang digunakan untuk mempercepat aliran SE, sehingga SE yang memiliki energi rendah (beberapa volt) dapat ditangkap oleh detektor dengan baik. Sedangkan detektor *backscattered electron* (BSE) yang juga terdapat sintilator dapat menerima sinyal BSE tanpa adanya beda potensial, karena pada dasarnya BSE sudah memiliki energi yang cukup tinggi untuk diterima oleh detektor BSE (Griffin dan Riessen, 1991).

SE dan BSE dimanfaatkan dalam SEM-EDS sebagai analisis bahan material yang didasarkan pada tingkat energi dan tentunya menggunakan spektrometer jenis *energy dispersive* (ED). Karena spektrometer jenis ED diakui memiliki akurasi yang tinggi untuk menganalisis jenis unsur pada bahan material. SE adalah sebuah pancaran elektron yang dihasilkan akibat interaksi elektron dengan sampel. SE berasal dari interaksi elektron yang energinya rendah (kurang dari 50 eV) dan hanya mampu berinteraksi pada permukaan sampel, maka informasi yang dapat diambil dari SE yaitu mencakup bentuk permukaan sampel (topografi).

BSE dihasilkan oleh interaksi elektron yang memiliki energi tinggi sebagai akibat adanya hamburan elastik. Energi yang dimiliki elektron ini mampu berinteraksi dengan sampel hingga menembus lapisan permukaan sampel. Informasi yang diperoleh dari elektron BSE mencakup morfologi struktural pada bahan material. Adanya interaksi elektron yang menghasilkan SE dan BSE pada alat SEM-EDS,

maka alat ini digunakan untuk menganalisis permukaan sampel (topografi) dan morfologi struktur (elemen) dari suatu bahan material (Griffin dan Riessen, 1991).

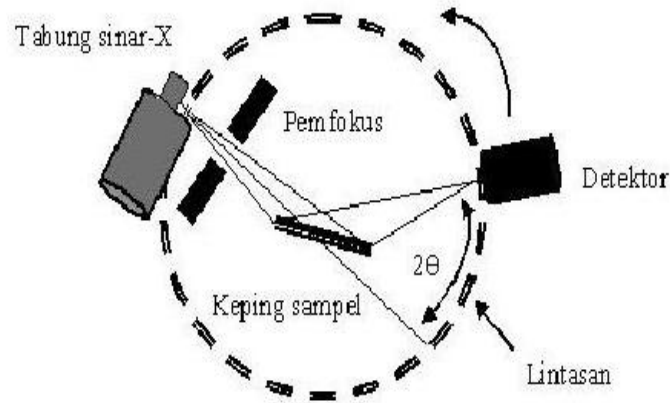
### **G. XRD (*X-Ray Diffraction*)**

Tahun 1895 seorang Fisikawan asal Jerman bernama Roentgen pertama kali menemukan difraksi sinar-X pada kristal (Brindley dan Brown, 1980). Penamaan “sinar-X” mulanya dikarenakan sinar yang terbentuk masih merupakan misteri. Pada penelitian selanjutnya diketahui bahwa sifat sinar-X tersebut memiliki daya penetrasi yang tinggi, dapat menghitamkan pelat film, dapat membuat mineral terfluoresensi dan tidak dapat dibelokkan oleh medan magnet ataupun medan listrik (Keller dkk, 1993). Sinar-X merupakan salah satu bentuk radiasi elektromagnetik yang mempunyai nilai energi antara 200 eV – 1 MeV dengan panjang gelombang 0,5 – 2,5 Å. Panjang gelombang yang sama dengan jarak antara atom dalam kristal, menyebabkan sinar-X menjadi salah satu teknik dalam analisis mineral (Suryanarayana dan Norton, 1998).

Difraksi sinar-X atau yang dikenal dengan XRD adalah alat yang digunakan untuk menentukan struktur dan pengenalan bahan-bahan baik keramik, logam, gelas maupun komposit. Teknik dasar XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasakristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi untuk mendapatkan ukuran partikel (Widhyastuti dkk, 2009).

Komponen dasar XRD terdiri dari sumber sinar-X (*X-Ray source*), material uji (spesimen), dan detektor sinar-X (*X-Ray detector*). Dalam teknik pengujian dengan metode difraksi sinar-X, sampel yang digunakan dapat berupa serbuk atau

padatan kristalin yang diletakkan pada plat kaca. Skema metode difraksi sinar-X seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Skema metode difraksi sinar-X.

Sinar-X yang keluar dari tabung sinar-X dalam keadaan vakum pada tegangan tinggi dan dengan kecepatan tinggi menumbuk permukaan logam (Cu) atau sampel padatan kristalin. Kemudian sinar-X tersebut akan diabsorpsi, ditransmisikan, dan sebagian dihamburkan ke segala arah sampel. Selanjutnya detektor bergerak dengan kecepatan sudut yang konstan, untuk mendeteksi pola difraksi sinar-X tersebut. Pola difraksi yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relatif yang bervariasi sepanjang  $2\theta$  tertentu. Besarnya intensitas relatif bergantung pada jumlah atom atau ion yang ada, dan distribusinya di dalam sel satuan material tersebut. Selain itu, pola difraksi setiap padatan kristalin sangat khas berdasarkan kisi kristal, unit parameter dan panjang gelombang sinar-X yang digunakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sangat kecil kemungkinan dihasilkan pola difraksi yang sama untuk suatu padatan kristalin yang berbeda (Warren, 1969).

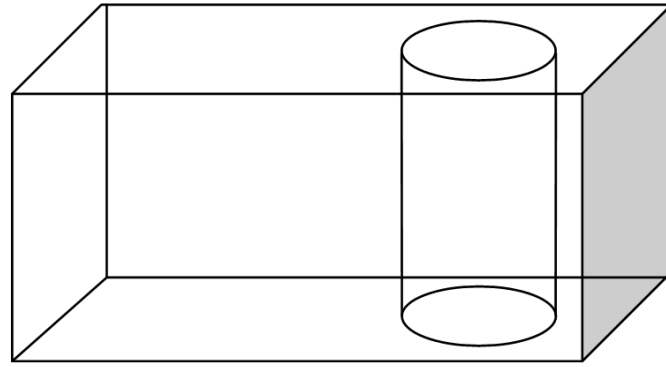
### III. METODE PENELITIAN

#### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Lampung, Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Lampung, Laboratorium Teknik Permesinan SMK Negeri 2 Bandar Lampung, Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro dan Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang selama bulan Januari sampai dengan bulan Mei tahun 2018.

#### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, gelas ukur, labu takar, botol sampel, spatula, pipet tetes, corong, aluminium foil, jangka sorong, *stopwatch*, benang nilon, neraca digital, *rotary vacuum evaporator*, alat pemotong baja, kertas saring, blender, gelas kaca, benang, amplas 400, 800 dan 2000 grid, sarung tangan, mesin pres baja, mesin pemotong baja, bor, SEM (*Scanning Electron Microscopy*), EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pepaya, baja AISI 1020, NaCl, etanol, aquades dan aseton. Gambar sampel AISI 1020 dapat dilihat pada Gambar 13.

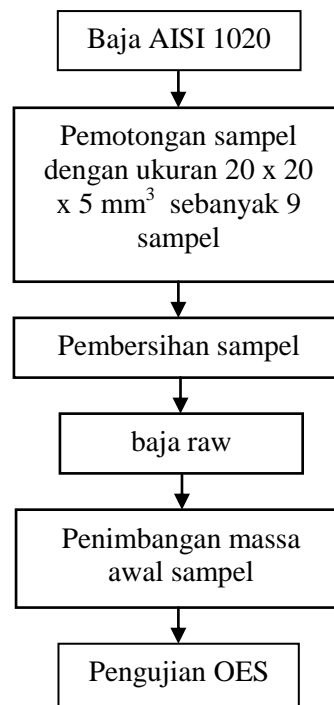


Gambar 13. Bentuk sampel AISI 1020.

### C. Diagram Alir Penelitian

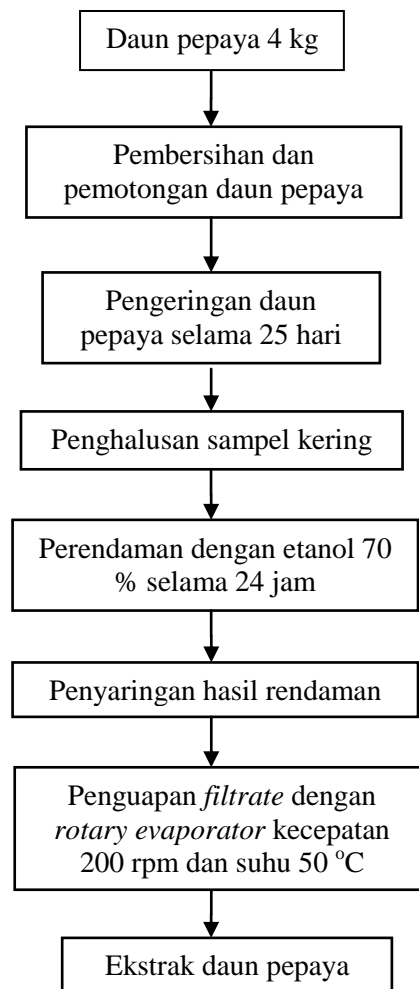
Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar14, Gambar 15, Gambar 16 dan Gambar 17.

#### 1. Preparasi Sampel



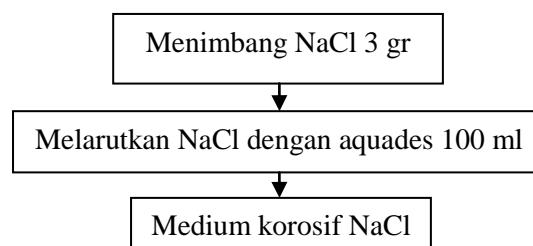
Gambar 14. Diagram alir preparasi sampel baja.

## 2. Pembuatan Ekstrak Daun Pepaya



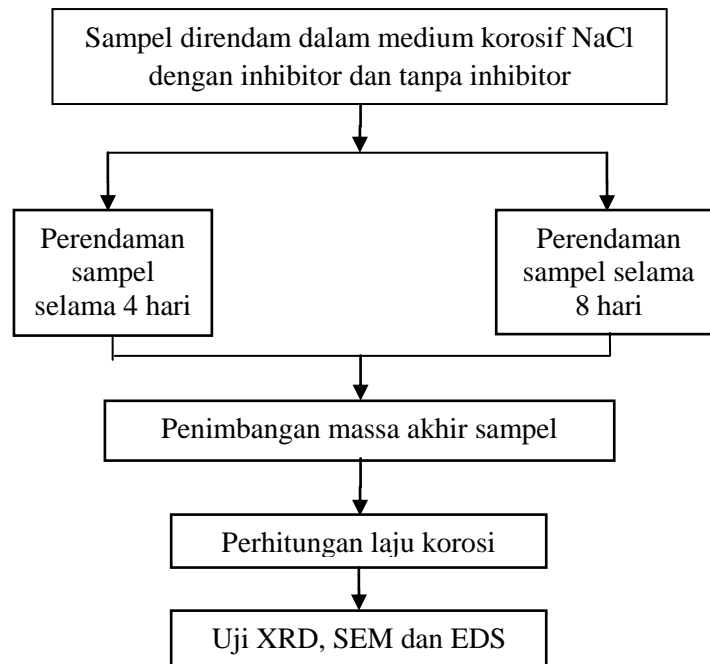
Gambar 15. Diagram alir pembuatan ekstrak daun pepaya.

## 3. Pembuatan Medium Korosif



Gambar 16. Diagram alir pembuatan medium korosif NaCl.

#### 4. Perendaman sampel



Gambar 17. Diagram alir perendaman sampel.

#### D. Kode Sampel

Kode sampel yang digunakan untuk memudahkan penyajian dan analisis data ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kode Sampel.

| No | Kode Sampel   | Keterangan                             |
|----|---------------|--|
| 1  | AISI 1020 4.0 | Perendaman 4 hari dengan inhibitor 0%  |
| 2  | AISI 1020 4.3 | Perendaman 4 hari dengan inhibitor 3 % |
| 3  | AISI 1020 4.5 | Perendaman 4 hari dengan inhibitor 5%  |
| 4  | AISI 1020 4.7 | Perendaman 4 hari dengan inhibitor 7%  |
| 5  | AISI 1020 8.0 | Perendaman 8 hari dengan inhibitor 0%  |
| 6  | AISI 1020 8.3 | Perendaman 8 hari dengan inhibitor 3%  |
| 7  | AISI 1020 8.5 | Perendaman 8 hari dengan inhibitor 5%  |
| 8  | AISI 1020 8.7 | Perendaman 8 hari dengan inhibitor 7%  |

### **1. Pembuatan Larutan Inhibitor dengan Daun Pepaya**

- Mengeringkan daun pepaya sebanyak 4000 gram dalam suhu kamar selama 25 hari untuk menghilangkan kadar air.
- Menghaluskan daun pepaya yang telah kering dengan blender untuk memudahkan dan memaksimalkan proses ekstraksi.
- Mengekstrak daun pepaya dengan metode maserasi.
- Memasukkan hasil maserasi daun pepaya yang telah halus ke dalam botol yang berisi etanol 96 % selama 24 jam.
- Menyaring hasil perendaman menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat.
- Menguapkan filtrat dari hasil maserasi menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 50 °C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

### **2. Preparasi Sampel Baja**

- Memotong baja AISI 1020 dengan ukuran 20 x 20 x 5 mm<sup>3</sup> sebanyak 9 buah.
- Membersihkan dan memperhalus permukaan baja menggunakan kertas amplas 400, 800 dan 2000 grid untuk menghilangkan pengotor.
- Membersihkan pengotor pada baja menggunakan aseton.

### **3. Penimbangan Massa Awal Sampel**

Baja yang digunakan ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui massa sebelum pengkorosian.



#### 4. Pembuatan Medium Korosi

- Medium NaCl 3%

Cara pembuatan medium NaCl 3% yaitu mengencerkan dengan aquades.

Untuk pengenceran medium NaCl ditentukan secara matematis berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Konsentrasi (\%)} = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{massa pelarut (gram)}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Pembuatan medium NaCl dengan konsentrasi 3% yaitu 3 gram NaCl ditambahkan dengan aquades sampai volume 100 ml.

- Larutan NaCl 3% dengan variasi konsentrasi ekstrak daun pepaya  
Ekstrak daun pepaya sebanyak 0%, 3%, 5%, 7% dimasukkan dalam gelas beker 100 ml dan ditambahkan NaCl 3% sampai tanda batas.

#### 5. Menghitung Laju Korosi

Untuk menghitung laju korosi, dilakukan menggunakan metode kehilangan berat dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- Menimbang sampel untuk mengetahui massa awal sebelum perendaman.  
Dalam tahap ini sampel yang digunakan ada 8, dibagi menjadi 2 bagian untuk variasi waktu 4 dan 8 hari dalam larutan NaCl 3%. Masing-masing bagian terdiri dari 4 sampel dengan konsentrasi inhibitor 0%, 3%, 5% dan 7%.
- Membersihkan dan mengeringkan masing-masing sampel, kemudian menimbang massa setelah perendaman.

- Untuk menghitung laju korosi digunakan persamaan 2.8 dan untuk menghitung efisiensi inhibitor digunakan persamaan 2.9.

## **6. Perendaman**

Dalam tahap perendaman ini sampel yang digunakan sebanyak 8 sampel, dimana 6 sampel ditambahkan inhibitor dan 2 sampel tanpa penambahan inhibitor. Kemudian masing-masing sampel direndam pada medium korosif NaCl 3% kemudian ditambahkan konsentrasi inhibitor sebanyak 0%, 3%, 5% dan 7% selama dua waktu yang berbeda yaitu 4 hari dan 8 hari.

## **7. Pembersihan dan Penimbangan Massa Akhir Sampel**

Sampel yang telah direndam dalam medium korosif dengan inhibitor lalu dibiarkan kering. Selanjutnya ditimbang untuk mengetahui massa akhir sampel.

## **8. Uji XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*)**

Sampel yang telah direndam kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk melihat fasa-fasa kristal yang terbentuk dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang dilengkapi dengan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) untuk mengetahui struktur permukaan sampel dan melihat unsur-unsur kimia yang ada pada sampel.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada perendaman 4 hari laju korosi paling rendah terjadi pada konsentrasi inhibitor 5%, sedangkan pada perendaman 8 hari laju korosi paling rendah terjadi pada konsentrasi inhibitor 3%.
2. Efisiensi maksimal dari inhibitor ekstrak daun pepaya dalam medium korosif NaCl 3% terdapat pada konsentrasi 5% dengan waktu perendaman 4 hari yaitu sebesar 77,21%.
3. Pada perendaman 4 hari dengan penambahan inhibitor 5%, laju korosinya lebih kecil dibandingkan dengan perendaman selama 8 hari dengan penambahan inhibitor 3% yaitu sebesar 0,3004 mmpy dan 1,9892 mmpy.
4. Karakterisasi X-RD menunjukkan bahwa pada semua sampel terdeteksi tiga puncak yang merupakan fasa besi (Fe) dengan bidang kisi yang sama yaitu 110, 200 dan 211..
5. Karakterisasi SEM menunjukkan mikro struktur permukaan baja pada sampel AISI 1020 4.5 dan AISI 1020 8.3 lebih sedikit terbentuk produk korosi dari pada permukaan baja pada sampel AISI 1020 4.0 dan AISI 1020 8.0.

6. Karakterisasi EDS pada sampel AISI 1020 4.0 dan AISI 1020 8.0 menunjukkan bahwa kandungan unsur oksigen (O) lebih besar dibandingkan pada sampel AISI 1020 4.5 dan AISI 1020 8.3, dimana pada sampel AISI 1020 4.0 sebesar 18,80% dan sampel AISI 1020 8.0 sebesar 17,35%. Sedangkan pada sampel AISI 1020 4.5 sebesar 17,49% dan sampel AISI 1020 8.3 sebesar 17,34%.

## **B. SARAN**

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perendaman dalam medium korosif yang berbeda dengan konsentrasi yang bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Qurrota dan Laily. 2015. *Analisis Fitokimia Daun Pepaya (Carica papaya L.)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Ali, F.D, Saputri dan R.F, Nugroho. 2014. *Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium guajava L.) Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS 304 Dalam Larutan Garam dan Asam*. Vol. 20. No.1.
- Amanto, H dan Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan Bumi*. Aksara. Jakarta. Hal 63-87.
- ASM handbook. 1991. *Heat Treating*. Tenth Edition. ASM International. New York. Vol.4.
- ASM handbook. 1993. *Properties and Selection: Iron Steel and High Performance Alloys*. Tenth Edition. Metals Handbook. New York. Vol. 6.
- Badaruddin, M.S. 2005. *Efek Shot Peening Terhadap Korosi Retak Tegang (SCC) Baja Karbon Rendah dalam Lingkungan Air Laut*. Universitas Kristen Petra. Jawa Timur. Vol 7. No.1.
- Brindley, G.W and Brown. 1980. *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification*. London Univesity. London. P. 312-316, 378-380.
- Bundjali, B.N, M. Surdia, Oei Ban Liang, dan Bambang. 2006. *Pelarutan Besi Selektif pada Korosi Baja Karbon dalam Larutan Buffer Asetat, Natrium Bikarbonat-CO2 Jenuh*. ITB. Bandung. Vol. 38A. P. 149-161.
- Chatterjee, U.K. 2001. *Environmental Degradation of Metals Corrosion Technology*. Series 4. Marcel Dekker Inc. New York.
- Cronquist, A.1981. *An Integrated System of Clasification of Flowering Plants*. Colombia University Press. New York.
- Dalimunthe, I. S. 2004. *Kimia dari Inhibitor Korosi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Depkes RI. 2000. *Acuan Sediaan Herbal*. Direktorat Jendral POM Depkes-RI. Jakarta
- Eliades, Athanasiou. 2002. *In Vivo Aging of Orthodontic Alloys: Implications for Corrosion Potential, Nickel Release, and Biocompatibility Angle Orthodontics*. Mosby Company. London. P. 222–237.
- Fogler. 1992. *Element of Chemical Reaction Engineering*. Second Edition. Prentice Hall International Inc. Washington D.C. P 58-62.
- Fontana, M.C. 1987. *Corrosion Engineering*, 3rd ed. Mac Graw Hill Book Company. New York. P 14-31.
- Fontana, M.C and Greene, M.D. 1986. *Corrosion Engineering Hand Book*. Mc Graw Hill Book Company. New York. Pp. 144-147.
- Fontana, M.C and Mars G. 1986. *Corrosion Engineering, 3rd Edition*. McGraw-Hill. Houston. New York. P 556.
- Giri, Aprianto. 2016. *Efektivitas ekstrak daun sirsak sebagai inhibitor pada baja karbon API 5L dalam larutan NaCl 3%*. Vol 8. No 2. Lampung.
- Graedel, T.E and Leygraf. 2001. *Scenario's for Atmospheric Corrosion in the 21st Century*. The Electrochemical Society.
- Griffin, B.J and Riessen V.A. 1991. *Scanning Electron Microscopy Course Note*. The University of Western Australia. Australia. Vol 3.
- Hagerman, A.E. 2002. *Tannin Chemistry. Tannin Hand Book*. Department of Chemistry and Biochemistry. Oxford: Miami University.
- Handani, Sri dan Megi Septia Elta. 2012. *Pengaruh inhibitor ekstrak daun pepaya terhadap korosi baja karbon schedule 40 Grade B Erw dalam medium air laut dan air tawar*. Vol. 5. No. 2. Padang.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*. ITB. Bandung.
- Haryono, G.B, Sugiarto. H, Farid dan Y. Tantonno. 2010. *Ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. UPN. Yogyakarta. ISSN 1693 – 4393.
- Hatch, G.B and Nathan. 1984. *Corrosion Inhibitor*. National Association for Corrosion Engineers. page : 126-147.
- Hermawan, B. 2007. *Ekstrak Bahan Alam sebagai Alternatif Inhibitor Korosi*. Erlangga. Jakarta.

- Hidayat, T, Rhamdhani, M. A, E. Jak and P.C. Hayes. 2008. *The Characterization of Nickel Metal Pore Structures and Measurement of Intrinsic Reaction Rate During the Reduction of Nickel Oxide in H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O Atmospheres*. Mineral Engineering. 21: 157 – 166.
- Jones, A. 1992. *Principle and Prevention of Corrosion*. Maxwell Macmillan International Publishing Group. New York. P 65-66.
- Jones. A. 1996. *Instrument Analysis and Management* Ed 5th. John and Sons Inc. New York. P 80-83.
- Jones, A. 1997. *Principles and Prevention of Corrosion* 2nd Ed. Prentice Hall International Inc. Singapore. P 106-108.
- Keller, J.F, Gettys, E and Skove, M.I. 1993. *Physics Classical and Modern* Ed 2nd. McGraw-Hill Inc, USA. P 901.
- Kirk and Othmer. 1965. *Encyclopedia of Chemical Technology, Second Edition*. John Willey and Sons. New York. P 55-57.
- Linnert, G.E. 1994. *Welding Metallurgy: Carbon and Alloy Steels*. Fourth Edition. American Welding Society. Miami. P 120-123
- Lister, D.H and W.G. Cook. 2011. *Reactor Chemistry and Corrosion*. Section 5 Crevice Corrosion. Mansfeld, F dan C.H.Tsai. Determination. Paris. P 42-44.
- Lukman dan Triwikantoro. 2009. *Pengaruh Unsur Korosif pada Air Hujan terhadap Perilaku Korosi Baja Karbon Rendah*. Seminar Nasional Pascasarjana. ITS. Surabaya.
- Malani, A.P. 2012. *Studi Laju Korosi dan Surface Morfologi Pipa Bawah Laut API 5L Grade X65 dengan Variasi Sudut Bending*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Mulyanti. 1996. *Pengaruh Kadar Mangan (Mn) dan Perlakuan Panas terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Paduan Baja Mangan Austenit*. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Novita, Sinta. 2018. *Analisis laju korosi dan kekerasan pada Stainless Steel 304 dan baja nikel laterit dengan variasi kadar Ni (0,3 dan 10% Ni) dalam medium korosif*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Priyotomo, G. 2008. *Kamus Saku Korosi Material*. Metalurgi LIPI. Tangerang. Hal.4-14.

- Roberge, Pierre R. 2000. *Handbook of Corrosion Engineering*. New York. McGraw-Hill. Hal 754.
- Roberge, P.R. 2008. *Corrosion Engineering-Principles and Practice*. The McGraw-Hill Companies Inc. New York. Pp. 23-28.
- Rukmana, Rahmat. 2003. *Pepaya Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusianto, Toto. 2009. *Perubahan laju korosi akibat tegangan dalam dengan metode C-Ring*. Vol. 2 No. 1. ISSN: 1979-8415.
- Sari, Diah Puspita. 2016. *Efektivitas Ekstrak Daun Salam (Syzygium polyantha L.) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon API 5L di Medium Korosi NaCl 3,5%*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Smallman, R, E. 1991. "*Metalurgi Fisik Modern*". PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sudiarti, Tety. 2014. *Mekanisme inhibisi korosi baja karbon dalam lingkungan air sadah*. Vol. 8. No. 2. ISSN 1979-8911.
- Sulaiman, A. 1978. *Korosi Laut, Lingkungan dan Pengaruhnya terhadap Korosi. Seminar Nasional Elektrokimia. Publitbang LIPI*. Serpong Tangerang. Hal. 34.
- Suryanarayana, C and Norton M.G. 1998. *X-Ray Diffraction*. Plenum Press. New York. P 3-19.
- Trethewey, K.R and Chamberlain, J. 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasa*. PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal 39-42.
- Uhlig, H.H. 1961. *Corrosion Handbook*. John Willey and Sons Inc. London. P 23-25.
- Vlack, Van L.H. 1994. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Edisi kelima. Erlangga. Jakarta. P. 101-104.
- Voight, R. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Edisi V. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Hal 77-80.
- Warren, E. 1969. *X-Ray Diffraction*. Addison-wesley pub. Institute of Technology Massachusetts. New York.
- Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*. Kanisius. Yogyakarta. Hal 45-48.
- Westendarp. 2006. *Effects of tannins in animal nutrition*. Tierarztl. Wochensh. P 264-268.



Widharto, S. 1999. *Karat dan Pencegahannya*. Pradnya Paramitha. Jakarta. Hal 57-62.

Widhyastuti, Novita M dan R. Maharini. 2009. *X-Ray Diffractometer (XRD)*. Universitas Sebelas Maret. Solo. Hal 45-61.