



TUGAS AKHIR - TM145502

**APLIKASI EKSTRAK BIJI JAMBU (*PSIDIUM GUAJAVA*)
SEBAGAI INHIBITOR ORGANIK PADA BAJA API 5L
GRADE B DALAM MEDIA H_2SO_4 1M**

Fatnika Fauziah
NRP. 2114 030 115

Dosen Pembimbing
Dr. Atria Pradityana, ST. MT.

Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – TM145502

**APPLICATION OF SEEDS GUAVA EXTRACT
(*PSIDIUM GUAJAVA*) AS ORGANIC INHIBITOR
FOR STEEL API 5L GRADE B IN H₂SO₄ 1 M MEDIA**

Fatnika Fauziyah
NRP. 2114 030 115

Counselor Lecturer
Dr. Atria Pradityana, ST. MT.

Mechanical Industry Engineering Department
Faculty Of Vocational
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI EKSTRAK BIJI JAMBU (*PSIDIUM GUAJAVA*)
SEBAGAI INHIBITOR ORGANIK PADA BAJA API 5L
GRADE B DALAM MEDIA H₂SO₄ 1M**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Ahli Madya
pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**FATNIKA FAUZIYAH
NRP. 2114 030 115**



**Dr. Atria Pradityana, ST. MT.
NIP. 19851124 200912 2 008**

SURABAYA, JULI 2017

**APLIKASI EKSTRAK BIJI JAMBU (*PSIDIUM GUAJAVA*)
SEBAGAI INHIBITOR ORGANIK PADA BAJA API 5L
GRADE B DALAM MEDIA H₂SO₄ 1M**

Nama Mahasiswa : Fatnika Fauziyah
NRP : 2114030115
Jurusan : Departemen Teknik Mesin Industri
Dosen Pembimbing : Dr. Atria Pradityana, ST. MT.

Abstrak

Korosi adalah proses perubahan sifat suatu bahan akibat pengaruh atau reaksi dengan lingkungan sekitarnya yang cenderung menurunkan kualitas sifat material. Salah satu cara pengendaliannya adalah dengan penambahan inhibitor. Inhibitor organik merupakan inhibitor yang dianggap ramah lingkungan.

Dalam penelitian ini digunakan ekstrak biji jambu sebagai inhibitor organik, dengan material pengujian yang digunakan berupa baja API 5L *grade* B. Untuk media korosifnya H₂SO₄ 1 M dengan variasi konsentrasi 0-6 ml. Jenis pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah EIS, FTIR, dan *weight loss*.

Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan laju korosi pada API 5L *grade* B ketika ditambah inhibitor. Pada uji Polarisasi Potensiodinamik nilai laju korosi tanpa inhibitor sebesar 75,018 mmpy sedangkan dengan inhibitor 2,8845 mmpy dan efisiensi inhibisinya sebesar 96,155%. Pada pengujian *Weight Loss* efisiensi yang dihasilkan sebesar 90,130%. Pengujian pendukung lainnya (FTIR) menunjukkan inhibitor bersifat campuran yang dominan katodik.

Kata kunci: Korosi, Biji Jambu, Inhibitor Organik, Polarisasi Potensiodinamik, Weight Loss, FTIR

APPLICATION OF SEEDS GUAVA EXTRACT (*PSIDIUM GUAJAVA*) AS ORGANIC INHIBITOR FOR STEEL API 5L GRADE B IN H₂SO₄ 1 M MEDIA

Name : Fatnika Fauziyah
NRP : 2114030115
Department : Industrial Mechanical Engineering
Counsellor Lecturer : Dr. Atria Pradityana, ST. MT.

Abstract

Corrosion is the process of changing the properties of a material due to the influence or reactions with its surroundings that tend to lower the quality of the material properties. One way to inhibit corrosion is by adding an inhibitor. Organic inhibitors is an inhibitor that is considered environmentally friendly.

In this study used guava seeds extract as an inhibitor of organic material, with testing that is used in the form of steel API 5L *grade* B. For corrosive solution is used H₂SO₄ 1 M with the variation of concentrations of 0-6 ml. The type of testing method that used in this study is EIS, FTIR, and weight loss

The test results showed a decrease in the corrosion rate on steel API 5L *grade* B when added inhibitor. Potensiodinamic Polarization value test on the corrosion rate without added inhibitor is 75.018 mmpy whereas with inhibitor is 2.8845 mmpy and inhibition efficiency is 96.155%. The result of *Weight Loss* test, the efficiency is 90,130% The other supporting method (FTIR) indicates the dominant nature of the inhibitor is cathodic.

Key words: Corrosion, Organic Inhibitor, Guava Seeds, Potensiodinamic Polarization, Weight Loss, FTIR

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Alloh SWT yang selalu memberikan berkah, kebahagiaan serta rahmatNya dalam kehidupan penulis. Atas segala karuniaNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai syarat menempuh ujian akhir Diploma di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Segala rasa syukur penulis haturkan dalam doa dan ucapan terimakasih ini.

Penulis menyadari terdapat banyak pihak yang berkontribusi dalam memberikan dukungan, serta bimbingan kepada penulis selama ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Atria Pradityana, ST. MT, selaku dosen pembimbing yang menyediakan waktu dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir.
2. Papa, mama, dan adik-adik yang selalu mendukung, memotivasi, dan membantu penulis baik dari segi moral dan materiil hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri.
4. Bapak Ir. Suhariyanto, M.Sc selaku kepala program studi D3 Teknik Mesin Industri dan koordinator Tugas Akhir
5. Bapak Gathot Dwi Winarto, dosen wali penulis.
6. Tim dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberi masukan tugas akhir kepada penulis.
7. Segenap Bapak/Ibu dosen pengajar dan karyawan yang ada di Departemen Teknik Mesin Industri .

8. Rizaq Prayogi, Heru Fatkhurohmat, dan Fransiskus Tommi P. yang menjadi partner saling melengkapi dan repot bersama dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Basudewo, yang banyak melewati pengalaman bersama, bertukar pikiran, dan terus mengingatkan penulis.
10. Teman-teman seperjuangan di departemen teknik mesin industri angkatan 2014, semoga kita semua sukses di esok hari dan ikatan keluarga ini terus terjalin hingga tua nanti.
11. Karyawan dan aslab yang membantu penulis selama pengujian untuk menyelesaikan tugas akhir ini

Akhir kata, penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak, baik yang telah disebut maupun tidak, penulis berharap Allah SWT akan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan bagi mahasiswa dan masyarakat dikemudian hari.

Penulis

2017

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Industri Oil and Gas.....	5
2.2 Baja API 5L.....	5
2.3 Pengertian dan Mekanisme Korosi	7
2.3.1 Pengertian Korosi.....	7
2.3.2 Mekanisme Korosi	12
2.3.3 Korosi pada H ₂ SO ₄	16
2.4 Pengendalian Korosi	16
2.5 Inhibitor sebagai Pengendali Korosi.	16
2.6 Klasifikasi Inhibitor Korosi	18
2.6.1 Inhibitor Berdasarkan Bahannya	18
2.6.1.1 Organik.....	18
2.6.1.2 Anorganik.....	19
2.6.2 Inhibitor Berdasarkan Mekanismenya	19
2.6.2.1 Katodik.....	19
2.6.2.2 Anodik.....	20
2.6.2.3 Campuran	21
2.6.2.4 Adsorpsion	21

2.7 Inhibitor Ramah Lingkungan	23
2.8 Biji Jambu sebagai Inhibitor Korosi	27
2.9 Efisiensi Inhibitor.....	29
2.10 Pengujian Korosi.....	29
2.10.1 Polarisasi Potensiodinamik	29
2.10.2 FTIR.....	32
2.10.3 Weight Loss	34
BAB III METODOLOGI	
3.1 Diagram Alir	37
3.2 Peralatan.....	38
3.3 Bahan	38
3.4 Preparasi Spesimen Polarisasi Potensiodinamik.....	39
3.5 Preparasi Spesimen Weight Loss.....	40
3.6 Pembuatan Larutan H ₂ SO ₄ 1M	41
3.7 Ekstraksi Biji Jambu	41
3.8 Pengujian	42
3.8.1 Pengujian Polarisasi Potensiodinamik	42
3.8.2 Pengujian <i>Weight Loss</i>	43
3.8.3 Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>).....	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Ekstraksi	49
4.2 Hasil Pengujian Polarisasi Potensiodinamik	51
4.3 Hasil Pengujian Weight Loss.....	56
4.4 Hasil Pengujian FTIR	60
4.5 Pembahasan	64
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
BIODATA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Korosi merata	8
Gambar 2.2 Korosi celah	9
Gambar 2.3 Korosi sumuran	9
Gambar 2.4 Korosi retak-tegangan.....	10
Gambar 2.5 Korosi selektif	11
Gambar 2.6 Korosi erosi	11
Gambar 2.7 Korosi Mikroba	12
Gambar 2.8 Penggetasan hydrogen	12
Gambar 2.9 Mekanisme korosi	12
Gambar 2.10 Mekanisme inhibitor katodik.....	20
Gambar 2.11 Kurva polarisasi pada korosi baja.....	30
Gambar 2.12 Kurva ekstrapolasi Tafel.....	31
Gambar 2.13 Spektra FTIR	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 3.2 Spesimen Uji Polarisasi Potensiodinamik	40
Gambar 3.3 Spesimen Uji <i>Weight Loss</i>	40
Gambar 3.4 Proses Maserasi	42
Gambar 3.5 AUTOLAB untuk uji Polarisasi Potensiodinamik	43
Gambar 4.1 Biji-biji jambu kering	49
Gambar 4.2 Biji jambu yang telah dihaluskan	50
Gambar 4.3 Proses maserasi biji jambu	50
Gambar 4.4 Ekstrak biji jambu.....	51
Gambar 4.5 Hasil pengujian polarisasi potensiodinamik	53
Gambar 4.6 Hasil uji Polarisasi Potensiodinamik dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu	53
Gambar 4.7 Hasil uji <i>Weight Loss</i> dengan penambahan ekstrak inhibitor 5 ml pada Baja API 5L grade B.....	57
Gambar 4.8 Hasil Efisiensi inhibitor ekstrak biji jambu pada uji <i>Weight loss</i>	58
Gambar 4.9 Tren efisiensi hasil uji Polarisasi potensiodinamik dan <i>Weight Loss</i>	60

Gambar 4.10 Spectrum FTIR ekstrak biji jambu	61
Gambar 4.11 Spectrum FTIR Baja API 5L <i>grade</i> B dengan penambahan Inhibitor.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis dari Berbagai Baja API 5L.....	6
Tabel 2.2 Komposisi Baja API 5L <i>grade B</i>	7
Tabel 2.3 Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi.....	23
Tabel 2.4 Konstanta Laju Korosi pada Baja Karbon	35
Tabel 3.1 Data penelitian polarisasi potensiodinamik	45
Tabel 3.2 Data penelitian <i>weight loss</i> tanpa inhibitor	46
Tabel 3.3 Data penelitian <i>weight loss</i> dengan inhibitor	46
Tabel 4.1 Parameter Pengujian Polarisasi Potensiodinamik pada Baja API 5L <i>grade B</i>	52
Tabel 4.2 Hasil uji polarisasi potensiodinamik pada baja API 5L <i>grade B</i> dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu	55
Tabel 4.3 Hasil uji Weight Loss dengan varisasi waktu dengan dan tanpa inhibitor.....	56
Tabel 4.4 Hasil uji Weight Loss pada masing-masing konsentrasi ekstrak biji jambu selama 1 jam Baja API 5L <i>grade B</i>	59
Tabel 4.5 Hasil FTIR ekstrak biji jambu.....	62
Tabel 4.6 Hasil FTIR baja dengan inhibitor.....	63

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan logam sangat beragam. Salah satunya pada bidang industri. Material baja karbon banyak dipakai di industri minyak dan gas alam sebagai pipa penyalur proses eksplorasi dan produksi. Material baja karbon dipilih di bidang industri karena memiliki sifat mekanis yang cukup bagus. Baja karbon API 5L adalah baja karbon yang paling banyak digunakan untuk pipa perminyakan karena memiliki kekerasan dan kekuatan tinggi (Purbadi, 2008). Namun baja karbon juga memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap korosi.

Korosi merupakan suatu proses degradasi material dan penurunan kualitas suatu material akibat pengaruh reaksi kimia dan elektrokimia dengan lingkungannya (Jones, 1992). Korosi juga dapat menimbulkan beberapa kerugian yang berdampak bagi manusia. Adapun kerugian yang berdampak besar bagi manusia meliputi kerugian ekonomi dan lingkungan. Kerugian ekonomi dari korosi meliputi biaya perawatan, biaya penggantian material, *plant shutdown*, *loss production*, dan lain sebagainya. Sedangkan kerugian lingkungan dari korosi berupa pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh proses pengkaratan.

Korosi dapat diminimalisir dengan teknik-teknik proteksi korosi. Salah satunya yaitu dengan penggunaan inhibitor. Inhibitor merupakan suatu zat yang ditambahkan pada media korosif yang bersifat menghambat laju korosi. Inhibitor dibagi menjadi 2, yaitu anorganik dan organik. Inhibitor anorganik biasanya memakai senyawa borat, kromat, dikromat, silikat, arsenat, fosfat, molibdat, dan tungstat. Namun inhibitor anorganik memiliki sifat tidak ramah lingkungan serta biaya yang lebih tinggi.

Pengembangan inhibitor organik berbahan dasar alam saat ini diintensifkan sebagai alternatif karena lebih mudah didapat, bersifat *biodegradable*, ramah lingkungan serta biaya yang lebih rendah. Senyawa organik mengandung heroatom seperti O, N atau S, ikatan ganda yang dapat teradsorpsi pada permukaan logam dan menutup permukaan yang aktif untuk mengurangi laju korosi (Ostovari dkk, 2009).

Pada penelitian sebelumnya, ekstrak biji jambu (*Psidium guajava*) dapat digunakan melindungi material material baja karbon *mild steel* dengan komposisi Fe: 99,51%, P: 0,08%, Mn: 0,034%, dan C: 0,16% pada lingkungan 5% HCL100 ml dengan konsentrasi inhibitor 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Efisiensi inhibitor terbesar pada konsentrasi inhibitor 10% dengan pengujian *weight loss*. Pada pengujian *weight loss* efisiensi inhibitor bertambah seiring kenaikan konsentrasi inhibitor (Vinod dkk, 2011).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, dilakukan penelitian lebih dalam untuk mengetahui efisiensi inhibitor biji jambu (*Psidium guajava*) pada *range* variasi konsentrasi yang lebih spesifik mulai dari 0 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml, dan 6 ml dalam media H₂SO₄ 1 M. Material yang digunakan yaitu baja API 5L Grade B yang biasa digunakan pada industri minyak dan gas, serta melihat apakah efisiensi inhibisi yang dihasilkan relatif sama atau berbeda jauh dari sebelumnya.

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, yaitu:

1. Bagaimana efektifitas inhibitor biji jambu dalam media korosif H₂SO₄ 1 M pada baja API 5L Grade B?

2. Bagaimana mekanisme inhibisi dari inhibitor biji jambu yang diaplikasikan pada baja API 5L Grade B dalam media korosif H_2SO_4 1 M?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk memperjelas dari penelitian yang dilakukan, yaitu :

1. Tingkat kehalusan permukaan disetiap material dianggap homogen.
2. Material dianggap homogen menggunakan baja API 5L Grade B.
3. Perubahan volume, temperatur, tekanan, dan pH larutan elektrolit diabaikan.
4. Biji jambu (*Psidium guajava*) yang dipakai dianggap homogen.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, yaitu :

1. Menganalisis efektifitas inhibitor biji jambu dalam media korosif H_2SO_4 1 M pada baja API 5L Grade B.
2. Menganalisa mekanisme inhibisi pada inhibitor biji jambu (*Psidium guajava*) yang diaplikasikan pada baja karbon rendah API 5L Grade B.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, yaitu:

1. Memperluas kajian mengenai pemanfaatan inhibitor biji jambu (*Psidium guajava*) yang diaplikasikan pada baja karbon terutama dalam bidang industri.

2. Memberikan pengetahuan mengenai potensi inhibisi yang diperoleh dari ekstrak biji jambu (*Psidium guajava*).
3. Memberi motivasi kepada peneliti untuk mengembangkan senyawa organik yang berasal dari alam sebagai zat penghambat korosi yang ramah lingkungan.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Industri Oil and Gas

Potensi sumber daya minyak dan gas bumi Indonesia masih cukup besar untuk dikembangkan terutama di daerah-daerah terpencil, laut dalam, sumur-sumur tua dan kawasan Indonesia Timur yang relatif belum dieksplorasi secara intensif. Sumber-sumber minyak dan gas bumi dengan tingkat kesulitan eksplorasi terendah praktis kini telah habis dieksploitasi dan menyisakan tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Akan tetapi untuk dapat mengetahui potensi tersebut diperlukan teknologi yang mahal, modal yang besar, faktor waktu yang memadai dan memerlukan efisiensi yang maksimal serta expertise dari sumberdaya manusia terbaik (LMFEUI, 2014).

Dalam produksinya terdiri dari beberapa tahap, yaitu kegiatan hulu, kegiatan hilir, pengolahan atau pengilangan (*Refinery*) pengangkutan penyimpanan. Beberapa proses tersebut disalurkan melalui pipa. Pipa-pipa dan komponen perlengkapan dari *lining* akan mengalami degradasi material yang menyebabkan penurunan sifat mekanis seperti kekuatan, keuletan, kekuatan impak, dan lain sebagainya sehingga menyebabkan *loss of material*, pengurangan ketebalan dan mengalami kegagalan.

2.2 Baja API 5L

Material baja karbon banyak dipakai di industri minyak dan gas alam sebagai pipa penyalur proses eksplorasi dan produksi. Material baja karbon dipilih di bidang industri karena memiliki sifat mekanis yang cukup bagus. Baja karbon API (*American Petroleum Institute*) 5L merupakan baja karbon yang paling banyak digunakan untuk pipa perminyakan karena memiliki kekerasan dan kekuatan tinggi (Purbadi, 2008).

Pipa baja API 5L termasuk jenis pipa tanpa las (Seamless pipe) dan jenis pipa las (welded pipe). Baja API 5L merupakan singkatan dari:

API : American Petroleum Institute

5 : Seri yang digunakan untuk *Turbular Goods*
(ex: *Casting, Pipeline, Tubing*)

L : Line Pipe

Baja API 5L tersedia dalam berbagai grade berdasarkan tingkatan kualitas dari segi kekuatan mekanis dan komposisi kimianya. Semakin tinggi grade yang dicantumkan maka semakin tinggi pula kualitasnya. Berikut merupakan tabel sifat mekanis dari beberapa grade Baja API 5L.

Tabel 2.1 Sifat Mekanis dari Berbagai Baja API 5L

Grade	Yield Strength (Mpa)	Mechanical Strength (Mpa)
A25	172	310
A	207	331
B	241	414
X42	290	414
X46	317	434
X52	359	455
X56	386	490
X60	414	517
X65	448	531
X70	483	565
X80	551	620
X100	690	760

Dalam penelitian ini, material pipa yang digunakan yaitu baja karbon rendah API 5L *grade* B. Dalam penelitian ini, material pipa

yang digunakan yaitu baja karbon rendah API 5L *grade* B. Berikut merupakan tabel komposisi dari Baja API 5L *grade* B.

Tabel 2.2 Komposisi Baja API 5L *grade* B

Elemen	Kadar (%)
Carbon	0,22
Mangan	1,2
Phospor	0,025
Sulfur	0,015
Titanium	0,04

2.3 Pengertian dan Mekanisme Korosi

2.3.1 Pengertian Korosi

Korosi merupakan suatu kerusakan yang dihasilkan dari reaksi kimia antara sebuah logam paduan dalam suatu lingkungan (Jones, 1992). Hasil dari reaksi korosi ini, suatu material atau logam akan mengalami perubahan (baik berupa fisik maupun kimia) sifatnya ke arah yang lebih rendah atau kemampuan dari material tersebut akan berkurang. Proses korosi ini merupakan suatu fenomena yang alami. Jika dipandang dari sudut metalurgi, fenomena korosi merupakan peristiwa dimana suatu material akan kembali dalam bentuk asalnya karena pada bentuk asalnya logam memiliki energi yang rendah, atau bisa disebut juga kebalikan dari proses metalurgi ekstraksi karena pada metalurgi ekstraksi membutuhkan energi yang besar untuk mendapatkan logam yang lebih murni.

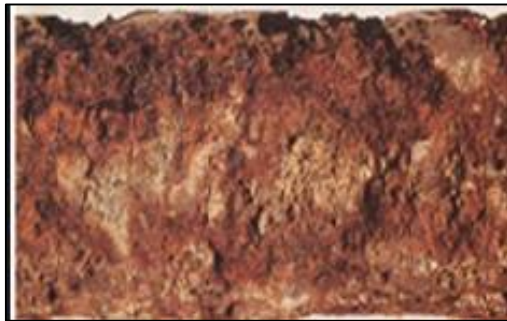
Fenomena korosi merupakan reaksi kimia yang dihasilkan dari dua reaksi setengah sel yang melibatkan elektron sehingga menghasilkan suatu reaksi elektrokimia (Jones, 1992). Dari

dua reaksi setengah sel ini terdapat reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katoda.

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi beberapa macam (Jones, 1992), diantaranya adalah:

a. Korosi merata (*uniform corrosion*)

Korosi merata yaitu korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat pengikisan permukaan logam secara merata sehingga ketebalan logam berkurang sebagai akibat permukaan terkonversi oleh produk karat yang biasanya terjadi pada peralatan-peralatan terbuka, misalnya permukaan pipa. Gambar 2. 1 menunjukkan korosi merata.

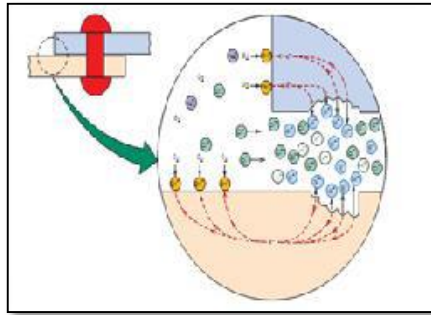


Gambar 2.1 Korosi merata (sumber: Priyotomo, 2008).

b. Korosi celah (*crevice corrosion*)

Korosi celah yaitu korosi yang terjadi pada permukaan logam secara local. Biasanya terjadi pada logam pasif akibat dari kerusakan lapisan oksida pelindung dari logam. Korosi terjadi akibat dari adanya konsentrasi senyawa korosif pada bagian permukaan logam. Untuk kasus ini, konsentrasi terjadi akibat dari adanya celah

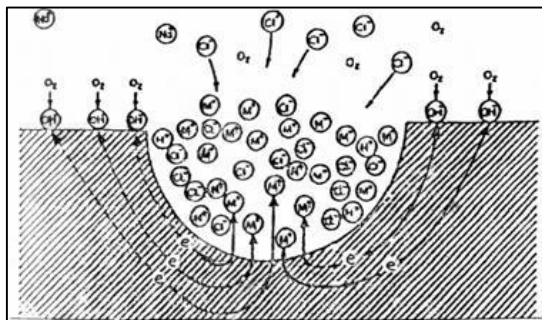
yang sangat kecil antara dua permukaan logam. Gambar 2.2 menunjukkan korosi celah.



Gambar 2.2 Korosi celah (sumber: Priyotomo, 2008).

c. Korosi sumuran (*pitting corrosion*)

Korosi sumuran yaitu korosi terbentuk lubang-lubang pada permukaan logam karena hancurnya film dari proteksi logam disebabkan oleh laju korosi yang berbeda antara satu tempat dengan tempat lainnya pada permukaan logam tersebut. Kerusakan dimulai akibat komposisi tidak homogen. Gambar 2.3 menunjukkan korosi sumuran.



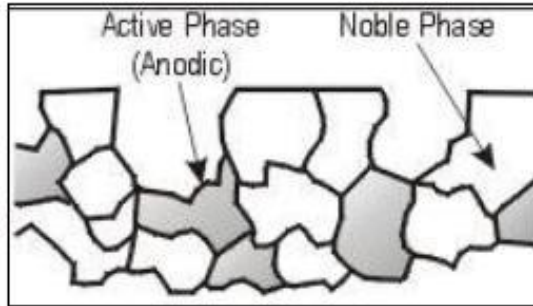
Gambar 2.3 Korosi sumuran (sumber: Priyotomo, 2008)

- d. Korosi retak-tegangan (*stress corrosion cracking*)
Korosi retak-tegangan yaitu korosi yang berbentuk retakan-retakan yang tidak mudah dilihat, terbentuk dipermukaan logam dan berusaha merembet ke dalam. Ini terjadi pada logam-logam yang banyak mendapatkan tekanan. Hal ini disebabkan kombinasi dari tegangan tarik dan lingkungan yang bersifat korosif sehingga struktur logam melemah. Gambar 2.4 menunjukkan korosi retak-tegangan.



Gambar 2.4 Korosi retak-tegangan (sumber: Priyotomo, 2008).

- e. Korosi selektif (*selective corrosion*)
Korosi selektif yaitu terjadi akibat terlarutnya suatu unsur yang bersifat lebih anodik dari suatu paduan, misalnya dezincification yang melepaskan Zn dari paduan tembaga. Gambar 2.5 menunjukkan korosi selektif.



Gambar 2.5 Korosi selektif (sumber: Priyotomo, 2008).

f. Korosi erosi (*erosion corrosion*)

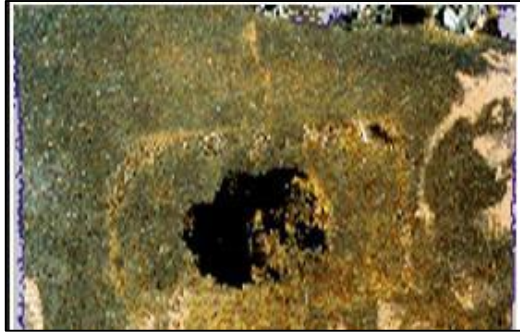
Korosi erosi yaitu terjadinya aliran fluida yang cepat dan bersifat korosif pada permukaan logam. Gambar 2.6 menunjukkan korosi erosi.



Gambar 2.6 Korosi erosi (sumber: Priyotomo, 2008).

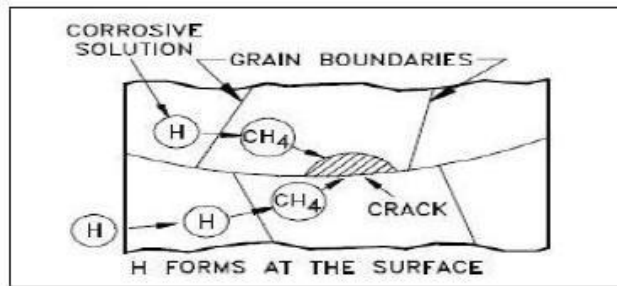
g. Korosi mikroba (*microbiological corrosion*)

Korosi mikroba yaitu korosi yang terjadi diakibatkan oleh adanya mikroba atau bakteri (*microbially-induced corrosion/MIC*). Gambar 2.7 menunjukkan korosi mikroba.



Gambar 2.7 Korosi Mikroba (sumber: Priyotomo, 2008).

- h. Penggetasan hidrogen (*hydrogen embrittlement*)
Penggetasan hidrogen yaitu terjadinya peristiwa dimana atom hidrogen memasuki suatu baja atau alloy tertentu. Gambar 2.8 menunjukkan penggetasan hidrogen.

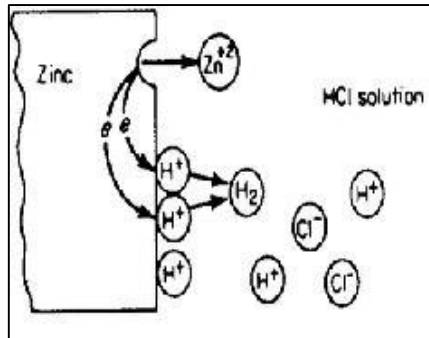


Gambar 2.8 Penggetasan hidrogen (sumber: Priyotomo, 2008).

2.3.2 Mekanisme Korosi

Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda

dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat ion H⁺ dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Nurdin dkk, 1998). Gambar 2.9 menunjukkan mekanisme korosi.



Gambar 2.9 mekanisme korosi.

Mekanisme terjadinya korosi membutuhkan beberapa komponen sebagai syarat terjadinya korosi, antar lain yaitu:

1. 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:



2. Katoda

Katoda adalah elektroda yang mengalami reaksi reduksi menggunakan elektron yang dilepaskan oleh anoda. Pada lingkungan air alam, proses yang sering terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂.

- Pelepasan H₂ dalam larutan asam dan netral
evolusi hidrogen / larutan asam:
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
reduksi air / larutan netral / basa:
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- Reduksi oksigen terlarut dalam larutan asam dan netral
reduksi oksigen / asam:
 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
reduksi oksigen / netral atau basa:
 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$
- Reduksi ion logam yang lebih elektronegatif
 $\text{M}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{M}^{2+}$

3. Elektrolit

Untuk mendukung suatu reaksi reduksi dan oksidasi, serta melengkapi rangkaian elektrik, antara anoda dan katoda harus dilengkapi dengan elektrolit. Elektrolit menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan *elektroequivalen force* 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, mineral *acid*, tanah, dan minyak.

4. Hubungan arus listrik

Antara anoda dan katoda haruslah terdapat suatu hubungan atau kontak seperti listrik agar elektron dapat mengalir dari anoda menuju katoda.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju korosi yaitu:

- a. Jenis logam dan struktur mikroskopis logam

1. Semakin inert suatu logam, maka semakin tahan logam tersebut terhadap korosi.
 2. Tidak homogenya susunan dari logam, maka akan menimbulkan sel korosi pada logam itu sendiri.
- b. Komposisi dan konsentrasi larutan elektrolit

Larutan elektrolit adalah air yang mengandung anion dan kation (Piere R, 2008). Beberapa faktor yang mempengaruhi korosifitas suatu larutan antara lain:

1. Konduktivitas

Naiknya konduktivitas suatu larutan, maka daya hantar listrik larutan tersebut akan semakin baik, akibatnya laju korosi lebih cepat terjadi.

2. pH

Kenaikan laju korosi pada logam besi terjadi pada pH di bawah 4 dan di atas 12. Hal ini disebabkan karena lapisan pelindung pada besi tidak terbentuk.

3. Gas terlarut

Oksigen terlarut akan meningkatkan reaksi katoda sehingga logam akan semakin teroksidasi (terkorosi). Laju korosi dipengaruhi oleh bermacam-macam kondisi fisik yang terdapat dalam suatu gas terlarut, seperti:

a. Temperatur

Temperatur yang tinggi akan mempengaruhi laju korosi. Pada sistem tertutup laju korosi akan terus bertambah, sedangkan pada sistem terbuka kenaikan temperatur akan mengakibatkan penurunan kelarutan gas O_2 , dan akan menurunkan laju korosi pada titik tertentu.

b. Tekanan

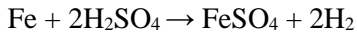
Kenaikan tekanan menyebabkan kenaikan gas terlarut dengan konsekuensi akan menaikkan laju korosi pada sistem.

c. Kecepatan alir fluida

Adanya kecepatan alir fluida yang berbeda-beda akan menentukan jenis korosi yang dapat terjadi. Korosi yang sering ditimbulkan akibat faktor ini adalah korosi erosi.

2.3.3 Korosi pada H₂SO₄

Reaksi yang terjadi selama proses korosi pada media H₂SO₄ dengan besi menghasilkan besi (II) sulfat dengan hidrogen. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



2.4 Pengendalian Korosi

Pada dasarnya, pengendalian korosi adalah metode untuk memutus atau mengganggu aliran elektron atau arus dalam sebuah sirkuit korosi. Karena korosi tidak bisa dihentikan, maka beberapa usaha dilakukan untuk menghambat korosi (McCafferty, E., 2010). Beberapa metode pengendalian korosi:

- Desain dan pemilihan material
- Pengendalian media korosif (chemical treatment)
- Pelapisan (coating)
- Mengubah potensial logam (Proteksi Katodik dan Anodik)

2.5 Inhibitor sebagai Pengendali Korosi

Korosi internal sebagaimana halnya korosi eksternal dapat mengakibatkan penggerusan material yang dapat mengakibatkan kerusakan dan kegagalan operasi terutama di storage dan pipelines. Usaha untuk mengendalikan korosi internal banyak dilakukan dengan menggunakan inhibitor. Inhibitor korosi dipilih

karena kemampuannya untuk membaaur bersama dengan fluida dan penggunaannya yang sederhana (R. Winston Revie, John Wiley and Sons, 2000).

Inhibitor korosi adalah sejumlah kecil zat yang ditambahkan ke sistem korosif yang bertujuan menghambat proses korosi. Inhibitor korosi memodifikasi reaksi elektrokimia sehingga logam ataupun elektrolit akan terpengaruh reaksinya. Selain di industri migas, inhibitor banyak digunakan pada industri kimia, pengolahan air, pendingin kendaraan dan lain sebagainya.

Inhibitor korosi yang baik memiliki beberapa kriteria, yaitu:

- Mampu membentuk film pelindung yang baik serta tahan lama terhadap logam
- Tidak mengganggu proses
- Tidak merusak dan membahayakan lingkungan
- Kompatibel dengan zat-zat dan perlakuan-perlakuan lain sesuai yang ditetapkan
- Tidak terpengaruh oleh aktivitas mikroba, bahkan kalau mungkin dapat menghambatnya

Secara umum, perlindungan korosi yang diberikan oleh inhibitor korosi yaitu inhibitor melekat secara kimiawi ke permukaan logam dan membentuk lapisan protektif. Inhibitor juga dapat melekat secara fisik ke permukaan logam. Selain melekat di permukaan logam, inhibitor bereaksi dengan lingkungan korosif, sehingga mengurangi spesies yang dapat menyerang baja.

Pada dasarnya, cara pemberian inhibitor pada instalasi ada 3 cara, yaitu:

- *continuous injection*
Proses pemberian inhibitor dengan cara penyuntikan secara berkala menggunakan dosis yang tepat
- *squeeze treatment*

Metode ini mirip batch treatment pada oil well. Perbedaannya adalah bahwa proses produksi tidak perlu dihentikan

- *batch treatment*

Metode ini digunakan pada sumur minyak atau saluran gas. Batch treatment membutuhkan sejumlah besar inhibitor untuk membilas komponen yang akan dilindungi. Metode batch treatment juga digunakan untuk pembersihan storage tank.

2.6 Klasifikasi Inhibitor Korosi

Inhibitor dapat diklasifikasikan menurut berbagai cara, namun setidaknya dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu berdasarkan bahannya dan berdasarkan mekanismenya.

2.6.1 Inhibitor Berdasarkan Bahannya

2.6.1.1 Organik

Inhibitor organik terbuat dari bahan organik yang berada di alam dan ramah lingkungan. Biasanya berupa ekstrak dari bahan organik yang diolah menjadi inhibitor. Inhibitor organik, biasanya dirancang sebagai pembentuk lapisan atau film, melindungi logam dengan membentuk suatu lapisan atau film hidrofobik pada permukaan logam. (Roberge, 2000). Keefektifannya bergantung pada susunan kimia, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Karena pembentukan lapisan atau film adalah suatu proses adsorpsi, suhu, dan tekanan merupakan faktor yang penting. Inhibitor organik menghambat korosi dengan cara teradsorpsi kimiawi pada permukaan logam, melalui ikatan logam heteroatom. Contohnya seperti gugus amine yang biasa dipakai di sistem boiler, tio, fosfo, dan eter.

Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam. Inhibitor kationik, seperti amina-amina, atau inhibitor anionik, seperti sulfonat-sulfonat, akan diadsorpsi lebih dahulu bergantung pada apakah logam bermuatan negatif atau positif. Kekuatan ikatan adsorpsi adalah faktor yang dominan untuk inhibitor organik yang larut dalam air. Umumnya berbentuk rantai panjang hidrogen dan nitrogen yang mengandung senyawa organik. Inhibitor organik bisa berupa anodik maupun katodik, dan menghambat korosi baik reaksi anodik maupun katodiknya. Efisiensi inhibisi senyawa-senyawa organik adalah berkaitan dengan sifat-sifat adsorpsinya. Untuk senyawa-senyawa organik, makin rendah potensial ionisasi, makin kuat adsorpsinya dan makin tinggi efisiensi inhibisinya (IE).

2.6.1.2 Anorganik

Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Inhibitor anorganik yang saat ini biasa digunakan adalah sodium nitrit, kromat, fosfat, dan garam seng (Hatch, 1984). Senyawa-senyawa ini jugasangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, 2010).

2.6.2 Inhibitor Berdasarkan Mekanismenya

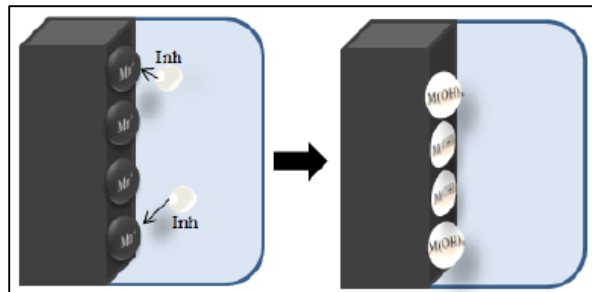
2.6.2.1 Katodik

Inhibitor katodik adalah jenis inhibitor yang mempengaruhi atau menurunkan laju reaksi katoda. Karena

bagi suatu sel korosi, reaksi reduksi-oksidasi berlangsung dengan laju yang sama, maka jika reaksi reduksi pada katoda dihambat akan terhambat pula reaksi oksidasi pada anoda. Biasanya hal ini dilakukan pada korosi logam dalam medium air atau medium asam.

Secara umum tahapan inhibitor yang mempasifkan katoda berawal dengan unsur logam yang ada pada inhibitor bereaksi dengan elektrolit (mengganggu reaksi pada katoda). Kemudian senyawa tersebut mengendap pada anoda.

Pada kasus pembentukan gas hidrogen, reaksi diawali adsorpsi pada permukaan katoda. Turunnya laju korosi ditentukan oleh reaksi yang mana yang mempunyai laju terendah. Sehingga inhibitor jenis ini mengandung logam yang nantinya bereaksi dengan ion hidroksil



Gambar 2.10 Mekanisme inhibitor katodik

2.6.2.2 Anodik

Mekanisme inhibitor ini yaitu dengan meningkatkan polarisasi anoda melalui reaksi dengan ion-ion logam yang terkorosi untuk menghasilkan selaput-selaput pasif tipis, atau lapisan-lapisan garam yang kemudian menyelimuti anoda. Inhibitor anodik mempunyai dua jenis karakteristik, yaitu:

- *Oxidizing ion*, yang dapat membentuk perlindungan pada logam tanpa membutuhkan oksigen, contoh inhibitor jenis ini adalah nitrat, nitrit dan kromat.
- *Non-Oxidizing ion*, jenis inhibitor anodik yang membentuk lapisan pasif pada permukaan anoda dengan membutuhkan kehadiran oksigen seperti fosfat, tungsten, molybdate.

2.6.2.3 Campuran

Mekanisme inhibitor campuran yaitu dapat berubah sifat katodik maupun anodik. Sifat yang berubah-ubah ini tergantung dari senyawa inhibitor dan lingkungannya yang terkandung dalam inhibitor organik. Sehingga tidak tentu hasil mekanisme selalu katodik ataupun anodik. Biasanya selisih nilai E_{corr} spesimen tanpa inhibitor dan spesimen yang ditambah dengan inhibitor kurang dari 85 mV (Atria, 2017). Adapun sifat kecenderungan mekanisme dapat dilihat lebih katodik atau lebih anodik.

2.6.2.4 Adsorption

Pada beberapa inhibitor, terjadi proses adsorpsi pada permukaan logam untuk membentuk lapisan senyawa kompleks. Proses ini terbagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. *Physical adsorption*

Physical adsorption terjadi karena gaya elektrostatis antara logam dengan inhibitor. Pada inhibitor anodik, inhibitor akan bermuatan negative dan pada inhibitor katodik, inhibitor akan bermuatan positif yang mengikat ion negatif dari elektrolit. Physical adsorption hanya bersifat sementara dan dapat dihilangkan dengan physical treatment.

2. *Chemical Adsorption*

Chemisorption yang berarti reaksi kimia antara logam dengan adsorbate, dalam hal ini inhibitor dan adsorption yaitu proses merekatnya atom, molekul, ion ke suatu permukaan. Proses ini melibatkan transfer muatan atau sharing muatan (*charge transfer or charge sharing*) antara inhibitor dengan permukaan logam. Reaksinya berjalan dengan lambat, namun non-reversible. Pada inhibitor anodik, inhibitor akan bermuatan negative dan pada inhibitor katodik, inhibitor akan bermuatan positif yang mengikat ion negatif dari elektrolit

3. *Film Forming*

Proses ini dipengaruhi oleh struktur inhibitor, komposisi larutan sebagai media elektrolit, sifat bawaan dari logam, dan potensial elektrokimia pada lapisan antar muka logam dan larutan. *Film forming inhibitor* terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. *Passivating inhibitors*

Berfungsi dengan pembentukan lapisan pasif di permukaan logam. Prosesnya dengan menggunakan oxidizing atau non oxidizing agent. Jika menggunakan oxidizing agent, inhibitor akan mereduksi dirinya sendiri dan mengoksidasi molekul lain. Sedangkan non oxidizing agent (benzoates, azelates, phosphates) melakukan reduksi tetapi tanpa mengoksidasi molekul lain.

2. *Precipitation inhibitors*

Membentuk kompleks tak larut dengan logam atau lingkungan sehingga menutup permukaan logam dan menghambat reaksi anodik dan katodik. Contoh yang umum dalam inhibitor ini adalah silikat dan fosfat. Namun, pemakaiannya sangat dipengaruhi oleh pH dan saturation index. Selain itu fosfat membutuhkan

oksigen untuk meningkatkan efektivitas kerjanya. Silikat dan fosfat sangat berguna pada sistem lingkungan dimana aditif tidak beracun.

2.7 Inhibitor Ramah Lingkungan

Efektivitas ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi tidak terlepas dari kandungan nitrogen yang terdapat dalam senyawaan kimianya seperti daun tembakau yang mengandung senyawa-senyawa kimia: nikotin, hidrazin, alanin, quinolin, aniline, priding, amina, dan lain-lain. Pada tabel 2.3 disebutkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan inhibitor yang berasal dari ekstrak bahan alam.

Tabel 2.3 Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi

No	Peneliti	Logam	Media	Inhibitor	Metoda	Metode Inhibisi
1	S. Rajenderan, 2009	Aluminium pada pH 12	HCL	Bunga sepatu	Pengurangan berat, AC <i>Impedance</i> ,	Inhibitor Katodik
2	P. Bothi, 2009	<i>Mild Steel</i>	1M HCl dan H ₂ SO ₄	Kentang	Pengurangan berat, Polarisasi Potensial dinamik, <i>Electr</i>	Inhibitor dengan adsorpsi isotherm

					<i>ochemical Impedance Spectroscopy (EIS), dan SEM</i>	
3	A. Bouyanzer, 2004	<i>Mild Steel</i>	HCl	Jahe	Pengurangan Berat	IE meningkat sebanding dengan bertambah tingginya temperatur
4	S. P. Ramesh, 2001	<i>Mild Steel</i>	HCl	Tanaman Sambaloto	Pengurangan berat, Polarisasi Tafel dan EIS	Inhibitor korosi

5	M. A. Qurais hi, 2010	<i>Mild Steel</i>	1M HCl dan 0.5M H ₂ SO ₄	Daun koja atau daun kari	Pengurangan berat, EIS, dan polarisasi potensial dinamik	<i>Langmuir adsorption isotherm</i>
6	R. Ananda Louise Sathyanathan, 2005	<i>Mild Steel</i>	100 ppm NaCl	Daun jarak	Pengurangan berat dan elektrokimia	Inhibitor katodik
7	J. H. Potgieler, 2009	SS duplex 2205 dan 2507	HCl Dan H ₂ SO ₄	Madu	Elektrokimia	Inhibitor Anodik
8	A. K. Satapathy, 2009	<i>Mild Steel</i>	1M HCl	Ganda rusa atau daun rusa	Pengurangan berat, teknik elektrokimia, AFM DAN ESCA	<i>Langmuir adsorption isotherm</i>

					dengan temperatur 25°C	
9	N. O. Eddy, 2009	<i>Mild Steel</i>	2M HCl	Lidah buaya	<i>Infrared spectrophotometer</i> , adsorpsi termoinaka, dan Gasometric	<i>Chemical adsorption isotherm</i>
10	E. A. Noor, 2009	Aluminium	0,5 M NaOH	Daun Rosella	Elektrokimia	<i>Langmuir dan Dubinin Radushkevich isotherm</i>
11	E. I. Ating, 2010	Aluminium	HCl	Daun Buah Nanas	Pengurangan berat dan <i>hydrogen evolution</i>	<i>Langmuir adsorption isotherm</i>

12	Sari Kusuma W., 2012	Baja Karbon API 5L Gr B	Air Laut Buatan	Kulit buah mangga dan kulit buah jeruk	Gas Kromatografi, polarisasi potensi dinamik dan EIS	Inhibitor adsorpsi bahan alam
----	----------------------	-------------------------	-----------------	----------------------------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------

2.8 Biji Jambu Sebagai Inhibitor Korosi

Tanaman jambu biji (*Psidium guajava*) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika, banyak ditanam sebagai tanaman buah-buahan yang tumbuh pada ketinggian 1-1,2 m diatas permukaan laut dan merupakan tanaman perdu atau pohon kecil, tinggi tanaman umumnya 3-10 m. Adapun taksonomi Klasifikasinya yaitu:

Regnum : Plantae
 Subregnum : Tracheobionta
 Divisi : Spermatophyta
 Sub divisi : Angiospermae
 Kelas : Magnoliopsida
 Sub Kelas : Rosidae
 Ordo : Myrales
 Famili : mytaceae
 Genus : Psidium
 Spesies : *Psidium guajava*.
 (K.Heyne edisi III : 1987)

Senyawa fenolik memiliki ciri yaitu memiliki cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil dan bersifat mudah larut dalam air. Senyawa fenolik banyak terkandung dalam tanaman, seperti pada buah, sayuran, kulih buah, batang tanaman, daun, biji, dan bunga (Harbone, J.B., 1987). Flavonoid dan tanin merupakan senyawa golongan senyawa polifenol, merupakan turunan fenol yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan.

Flavonoid adalah senyawa fenol yang terdiri dari 15 atom karbon yang umumnya tersebar di dunia tumbuhan. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang baik, menghambat banyak reaksi oksidasi, baik secara enzim maupun non enzim.

Kandungan kimia yang terdapat dalam buah, daun, dan kulit batang pohon jambu biji mengandung tanin. Sedangkan pada bunganya tidak banyak mengandung tanin. Tanin merupakan suatu senyawa fenol yang memiliki berat molekul besar yang terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makro molekul (Ebry Ryanata, 2014). Tanin merupakan senyawa organik yang sangat kompleks dan banyak terdapat pada bermacam-macam tumbuhan. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi sehingga laju korosi dapat menurun. Tanin mempunyai kemampuan membentuk senyawa kompleks karena memiliki unsur-unsur yang memiliki pasangan bebas yang berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap logam Fe^{2+} yang berfungsi sebagai inhibitor korosi karena memiliki gugus fungsi yang dapat berikatan dengan logam.

2.9 Efisiensi Inhibitor

Ukuran keberhasilan daya inhibisi suatu inhibitor terhadap penurunan laju korosi dinyatakan sebagai % Efisiensi Inhibitor. Keefektifan inhibitor korosi dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$EI = \frac{CR_0 - CR_1}{CR_0} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan:

EI = Efisiensi inhibisi

CR_0 = Laju Korosi tanpa penambahan inhibitor

CR_1 = Laju Korosi dengan penambahan inhibitor

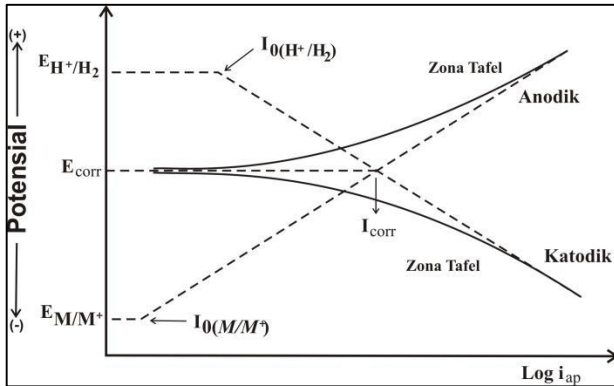
Inhibitor organik bekerja dengan cara teradsorpsi secara kimiawi di permukaan logam. Proses kemisorpsi bersifat spesifik untuk setiap jenis logam paduan, sehingga keefektifan suatu inhibitor organik akan berbeda pada logam paduan yang berbeda. Kemisorpsi suatu senyawa organik difasilitasi oleh keberadaan gugus polar di dalam struktur molekul, yang akan tertarik ke permukaan logam. Keefektifan inhibisi molekul organik dapat ditingkatkan dengan ukuran molekul yang lebih besar, asimetri, berat molekul yang lebih besar dan densitas electron yang lebih tinggi.

2.10 Pengujian Korosi

2.10.1 Polarisasi Potensiodinamik

Metode polarisasi potensiodinamik adalah suatu metode untuk menentukan perilaku korosi logam berdasarkan hubungan potensial dan arus anodik atau katodik, jika logam berada kontak dengan larutan yang bersifat korosif (Rastogi, 2005). Potensiostat dapat mengukur laju korosi berdasarkan perubahan potensial listrik terhadap perubahan arus yang dideteksi selama proses korosi pada saat pengukuran berlangsung menggunakan bantuan

kurva ekstrapolasi tafel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11.



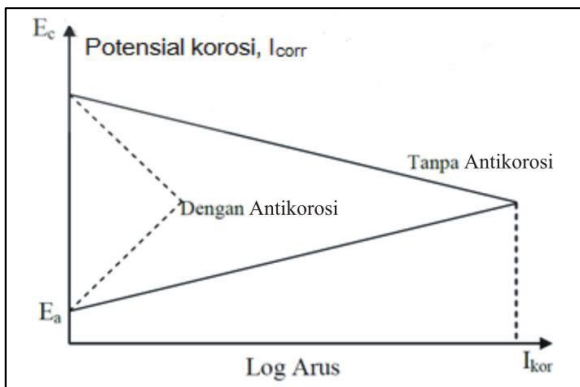
Gambar 2.11 Kurva polarisasi pada korosi baja.

Kurva polarisasi yang dihasilkan dapat diukur potensial korosi dan arus korosi yang terjadi dengan bantuan metode ekstrapolasi Tafel. Terjadinya korosi pada baja lunak juga dapat diketahui dari polar kurva yang dihasilkan. Penerapan potensial dari luar yang melebihi potensial ini disebut potensial lebih (over potential). Peningkatan potensial lebih yang diterapkan tidak diikuti dengan peningkatan arus, maka pada potensial tersebut telah terjadi polarisasi seperti pada pola kurva yang terbentuk setelah zona Tafel (Fadli, 2011).

Pada awal pengujian terjadi kompetisi antara proses anodik dan katodik. Data tegangan dan arus yang langsung didapat dari pengujian yang diolah dengan Microsoft Excel. Setelah dibuat grafik antara arus dan over potential, maka diperoleh dua garis melengkung yaitu daerah anodik dan daerah katodik. Pada kedua daerah ini dibuat trendline untuk mengetahui persamaan garisnya. Trendline daerah anodik ditentukan pada daerah dimana arus turun tanpa naik lagi untuk selang over potential tertentu, sehingga Tafel

slope positif. Sedangkan trendline daerah katodik ditentukan pada daerah dimana arus naik tanpa turun lagi untuk selang over potential tertentu, sehingga Tafel slope negatif. Oleh karena laju oksidasi dan laju reduksi sama maka persamaan garis ini adalah ekuivalen. Perpotongan garis terhadap sumbu X dinyatakan sebagai I_{corr} (Butarbutar dan Febrianto, 2009).

Penggunaan senyawa antikorosi mampu mengubah I_{corr} menjadi lebih kecil seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12. Pada kurva ekstrapolasi menunjukkan perbandingan pola ekstrapolasi Tafel dari diagram polarisasi logam baja dalam larutan asam yang mengandung inhibitor dan tanpa inhibitor. Kurva ekstrapolasi Tafel menunjukkan bahwa sebelum dan sesudah diberikan inhibitor atau antikorosi, terjadi penurunan arus korosi (Fadli, 2011). Arus korosi dan laju korosi memiliki hubungan yang linear. Pada saat benda uji dimasukkan pada larutan elektrolit maka akan terjadi aliran elektron dari anoda ke katoda. Semakin banyak aliran elektron dari anoda ke katoda maka arus yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. Semakin tinggi arus yang dihasilkan maka laju korosi juga semakin tinggi (Butarbutar dan Febrianto, 2009).



Gambar 2.12 Kurva ekstrapolasi Tafel.

Polarisasi atau potensial lebih, adalah perubahan potensial elektroda setengah sel dari posisi kesetimbangan dengan lingkungannya pada suatu proses elektrodik. Hubungan potensial lebih dan arus dapat digunakan untuk mengungkapkan laju korosi. Untuk menghitung persentase inhibisi pada metode ini digunakan Persamaan:

$$\% \text{proteksi (\%EI)} = \frac{I_{\text{corro}} - I_{\text{corri}}}{I_{\text{corro}}} \times 100\% \quad (2.2)$$

dengan %EI adalah persentase efektivitas penghambatan, I_{corro} adalah arus sebelum ditambahkan inhibitor, I_{corri} adalah arus sesudah ditambahkan inhibitor (Rastogi, 2005).

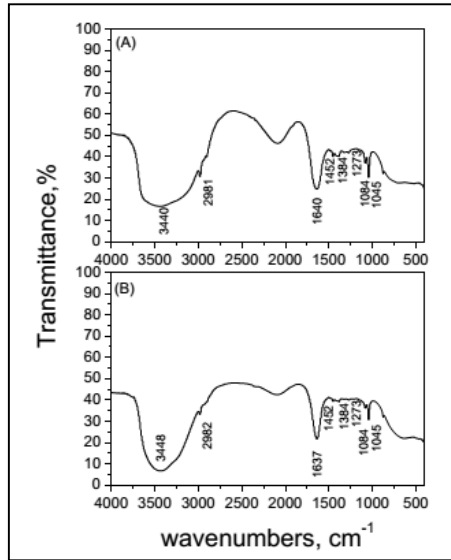
2.10.2 FTIR

Spektroskopi FTIR adalah teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. Energi yang diserap sampel pada berbagai frekuensi sinar inframerah direkam, kemudian diteruskan ke interferometer. Kemudian sinar akan dirubah menjadi interferogram. FTIR terdiri dari 4 bagian utama, yaitu (Griffith, 1975) :

1. Sumber sinar yang terbuat dari filamen Nerst yang dipanaskan menggunakan listrik hingga temperatur 1000-1800 °C *Beam Splitter*, berupa material transparan dengan indeks relatif, sehingga menghasilkan 50% radiasi akan direfleksikan dan 50% radiasi akan diteruskan.
2. *Interferometer*, adalah bagian utama FTIR yang mempunyai fungsi yaitu membentuk interferogram yang akan diteruskan menuju detektor.
3. Daerah cuplikan merupakan daerah dimana berkas acuan dan cuplikan masuk ke daerah cuplikan dan daerah masing-masing menembus sel acuan dan cuplikan secara bersesuaian.

4. Detektor berfungsi mengukur energi pancaran yang lewat akibat panas yang dihasilkan.

Mekanisme kerja dari FTIR yaitu sinar datang dari sumber sinar akan diteruskan, kemudian akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua sinar yang saling tegak lurus. Sinar ini akan dipantulkan oleh dua cermin yaitu cermin diam dan cermin bergerak. Sinar hasil pantulan kedua cermin akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi. Dari pemecah sinar, sebagian sinar akan diarahkan menuju cuplikan dan sebagian menuju sumber. Gerakan cermin yang maju mundur akan menyebabkan sinar yang sampai pada detektor akan berfluktuasi. Sinar akan saling menguatkan ketika kedua cermin memiliki jarak yang sama terhadap detektor dan akan saling melemahkan jika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda. Fluktuasi sinar yang sampai pada detektor ini akan menghasilkan sinyal pada detektor yang disebut interferogram. Interferogram ini kan diubah menjadi spektra IR dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika. (Tahid, 1994). Berikut contoh hasil pengujian FTIR pada sampel.



Gambar 2.13. Spektra FTIR

2.10.3 *Weight Loss*

Metode ini dilakukan dengan cara mencelupkan spesimen logam ke dalam media korosif. Pengujian korosi ini dilakukan untuk mengetahui laju korosi dan efisiensi inhibisi berdasarkan kehilangan berat material yang terkorosi dalam medium tertentu. Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji, kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan ke dalam rumus untuk mendapatkan kehilangan berat (Supardi, 1997).

Perhitungan laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat sampel tiap satuan luas dan waktu dengan konstanta laju korosi yang dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Konstanta Laju Korosi pada Baja Karbon

NO	Konstanta Laju Korosi	K
1	Mils per year (mpy)	$3,45 \times 10^6$
2	Inches per year (inches/y)	$3,45 \times 10^3$
3	Millimeters per year (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
4	Micrometers per year ($\mu\text{m}/\text{y}$)	$8,76 \times 10^7$
5	Milligrams per square decimeter per day (mmd)	$2,40 \times 10^6 \times D$

Laju korosi dinyatakan dalam mil (1 mil = 0.001-in) *penetration per year* dengan persamaan (Denny Jones, 1992) :

$$CR = \frac{K \times W}{\rho \times A \times T} \quad (2.3)$$

Keterangan

W : *weight loss* (mg)

K : konstanta laju korosi (if mpy = $3,45 \times 10^{-6}$)

ρ : massa jenis (g/cm^3)

A : luas (cm^2)

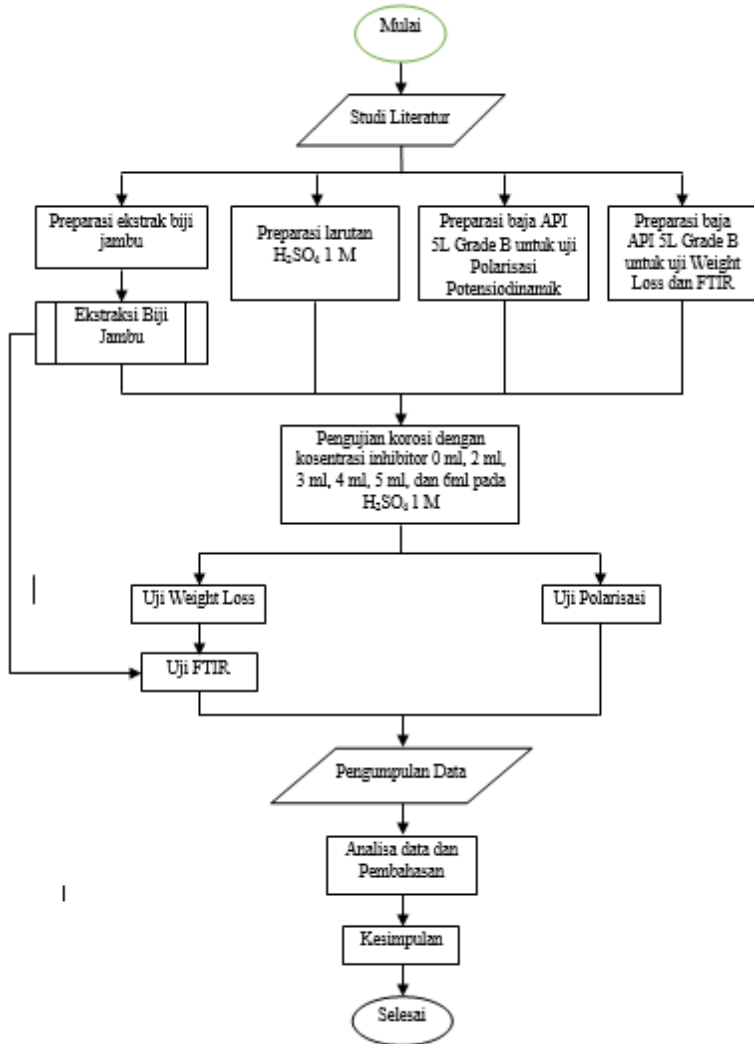
T : waktu perendaman (hour).

Konversi: 1 mpy = 0.0254 mm/yr = 25.4 $\mu\text{m}/\text{yr}$ = 2.90 nm/yr = 0.805 pm/SG.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Peralatan

Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gelas ukur
2. Timbangan analitik
3. Wadah plastik
4. Blender
5. Corong
6. Gerinda presisi
7. Jangka sorong
8. Tali
9. Klip kertas
10. Gelas plastik
11. Solder
12. Gunting
13. Tisu
14. Elenmeyer
15. Pipet
16. Mesin uji Polarisasi potensiodinamik
17. Mesin uji FTIR

3.3 Bahan

1. Material

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah baja API 5L Grade B (ASTM A53) yang telah dipotong-potong menjadi ukuran sesuai yang akan dipakai pengujian.

2. Elektrolit

Elektrolit digunakan sebagai media korosif, pada penelitian ini memakai larutan H_2SO_4 1M yang telah dilarutkan dengan aquades melalui proses pengenceran.

3. Inhibitor

Inhibitor yang digunakan adalah biji jambu (*Psidium guajava*) yang dikumpulkan dari beberapa tempat. Sebelum dilakukan maserasi untuk proses ekstrak, biji jambu biji dihaluskan ditimbang sebesar 600 gram yang kemudian dibagi dalam 4 wadah yang masing-masing wadah berisi 150 gram serbuk biji jambu biji.

4. Epoksi resin

Resin digunakan untuk melapisi beberapa sisi dari spesimen.

5. Aquades

Aquades digunakan untuk proses pengenceran pada larutan H_2SO_4 1M sebagai media korosif pada penelitian ini.

3.4 Preparasi Spesimen Polarisasi Potensiodinamik

Material yang digunakan adalah baja API 5L Grade B kemudian dibentuk menjadi elektroda untuk pengujian potensiostat. Spesimen dipotong dan dibubut sampai 10 mm x 10 mm. Potongan material tersebut selanjutnya disambung dengan kawat tembaga pada salah satu sisinya. Kawat tembaga dilapisi selang atau kabel plastik agar tidak terekspos langsung dengan lingkungan. Setelah itu material dimoulding dan dilapisi dengan resin. Sehingga pada material ada sisi yang terekspos dengan lingkungan dan beberapa sisi terlapisi resin. Sisi material yang terekspos dengan lingkungan dihaluskan dengan amplas hingga permukaan material rata dan halus.



Gambar 3.2 Spesimen Uji Polarisasi Potensiodinamik

3.5 Preparasi Spesimen Weight Loss

Material baja API 5L Grade B yang telah dipotong-potong hingga berukuran 30 x 30 x 6 mm dihaluskan permukaannya menggunakan amplas dengan grade 80 – 400 agar produk korosi pada material tidak ada dan siap digunakan. Kemudian material di bor hingga membentuk lubang tempat menggantung material. Berat awal material diukur menggunakan timbangan digital. Spesimen seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.3 Spesimen Uji *Weight Loss*

3.6 Pembuatan Larutan H₂SO₄ 1M

Larutan yang digunakan yaitu H₂SO₄ 1M yang diencerkan dengan menambahkan aquades didalamnya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Siapkan 54,64 mL larutan H₂SO₄ 98%
2. Larutkan H₂SO₄ tadi kedalam labu ukur 1000 mL menggunakan aquades hingga tepat batas
3. Larutan yang sudah diencerkan siap digunakan.

3.7 Ekstraksi Biji Jambu

Proses ekstraksi yang digunakan adalah maserasi. Maserasi adalah salah satu jenis metoda ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin dengan penyarian yang sederhana. Prinsip maserasi yaitu pengikatan ataupun pelarutan zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut, penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara merendam serbuk sampel dalam cairan penyari yang sesuai selama tiga hari pada temperatur kamar, terlindung dari cahaya, cairan penyari akan masuk ke dalam sel melewati dinding sel. Isi sel akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam sel dengan di luar sel. Larutan yang konsentrasinya tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh cairan penyari dengan konsentrasi rendah (proses difusi).

Biji jambu biji yang telah dikumpulkan dicuci hingga bersih. Kemudian biji-biji tersebut dikeringkan dengan cara dijemur selama seminggu. Setelah biji-biji tersebut kering kemudian dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan blender. Serbuk tersebut ditimbang sebanyak 600 gram yang dibagi-bagi menjadi 150 gram tiap wadahnya. Wadahnya berupa botol transparan. Proses maserasi menggunakan larutan methanol yang direndam selama 3 hari. Rendaman biji kemudian disaring dengan kertas saring dan ditaruh di wadah lain. Kemudian

rendaman tersebut dibiarkan menguap selama beberapa hari hingga terdapat endapan ekstraknya. Endapan itulah yang berupa ekstrak dan dijadikan inhibitor dalam penelitian ini.



Gambar 3.4. Proses Maserasi

3.8 Pengujian

3.8.1 Pengujian Polarisasi Potensiodinamik

Polarisasi potensiodinamik adalah metode untuk menentukan perilaku korosi logam berdasarkan hubungan potensial dan arus anodik atau katodik jika logam berada kontak dengan larutan yang bersifat korosif. Dalam pengujian korosi digunakan potensiodinamik karena dengan ini dapat dilakukan analisis tafel untuk mendapatkan data data tentang arus korosi (I_{corr}) dan laju korosi (Corrothion Rate). Prosedur pengujian polarisasi potensiodinamik adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yaitu spesimen baja API 5L grade B dengan *surface* kontak sebesar 10 mm x 10 mm dan larutan elektrolit H_2SO_4 1M dan penambahan inhibitor.
2. Memasukkan larutan elektrolit kedalam gelas sebanyak 100 ml.
3. Memasang elektroda kerja pada rangkaian alat polarisasi.
4. Menjalankan pengujian polarisasi dengan bantuan AUTOLAB dan software NOVA 1.8.



Gambar 3.5 AUTOLAB untuk uji Polarisasi Potensiodinamik

3.8.2 Pengujian *weight loss*

Pengujian *weight loss* dilakukan untuk mengetahui laju korosi (mpy) pada suatu material API 5L grade B berdasarkan pengurangan berat awal dan berat akhir dengan variasi penambahan inhibitor ekstrak biji jambu biji pada lingkungan H_2SO_4 1M. Konsentrasi inhibitor yang digunakan sebesar 0 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml, dan 6 ml dengan waktu perendaman kelipatan yang sama. Adapun pengujian dilakukan dengan material tanpa inhibitor dan material dengan penambahan inhibitor.

- a. Pengujian *weight loss* tanpa inhibitor
 1. Menyiapkan wadah plastik untuk tempat perendaman spesimen.
 2. Menyiapkan 15 spesimen baja API 5L grade B dengan dimensi 30 x 30 x 6 mm.
 3. Melakukan penimbangan awal pada masing-masing spesimen.
 4. Memasukkan larutan elektrolit ke dalam wadah plastik.
 5. Merendam baja API 5L grade B ke dalam elektrolit.

6. 3 spesimen pertama direndam selama 1 jam, kemudian dilakukan penimbangan.
 7. 3 spesimen kedua direndam selama 2 jam, kemudian dilakukan penimbangan.
 8. 3 spesimen ketiga direndam selama 3 jam kemudian dilakukan penimbangan.
 9. 3 spesimen keempat direndam selama 4 jam kemudian dilakukan penimbangan.
 10. 3 spesimen kelima direndam selama 5 jam kemudian dilakukan penimbangan.
 11. Melakukan pengambilan gambar dan uji FTIR.
- b. Pengujian *weight loss* dengan inhibitor
1. Menyiapkan wadah plastik untuk tempat perendaman spesimen.
 2. Menyiapkan 15 spesimen baja API 5L grade B dengan dimensi 30 x 30 x 6 mm.
 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 baja API 5L grade B ke dalam campuran elektrolit dan inhibitor.
 7. 3 spesimen pertama direndam selama 1 jam, kemudian dilakukan penimbangan.
 8. 3 spesimen kedua direndam selama 2 jam, kemudian dilakukan penimbangan.
 9. 3 spesimen ketiga direndam selama 3 jam kemudian dilakukan penimbangan.
 10. 3 spesimen keempat direndam selama 4 jam kemudian dilakukan penimbangan.

11. 3 spesimen kelima direndam selama 5 jam kemudian dilakukan penimbangan.

12. Melakukan pengambilan gambar dan uji FTIR.

3.8.3 Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Metode spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah metode spektroskopi inframerah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya kemudian mengkarakterisasi terhadap gugus fungsi pelapis dan mendukung adhesi antara pelapis dengan substrat.

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah inhibitor biji jambu dapat teradsorpsi pada permukaan logam untuk memberikan perlindungan terhadap korosi. Dengan melakukan pengujian FTIR akan dihasilkan kurva *peak* atau gelombang dengan intensitas yang berbeda-beda dan dapat ditentukan gugus fungsinya sehingga diketahui kandungan (tipe senyawa) yang terkandung dalam masing masing sampel. Pengujian FTIR dilakukan setelah pengujian *weight loss* untuk mengetahui karakteristik dari pelapis dilakukan uji FTIR.

3.9 Rancangan Pengambilan Data Penelitian

Tabel 3.1 Data penelitian polarisasi potensiodinamik

Material	Konsentra si Inhibitor (ml)	β_a (mV/dec)	β_c (mV/dec)	E_{corr} (mV)	I_{corr} ($\mu A/cm^2$)	CR (mmpy)	IE(%)
API 5L grade B	0						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						

Tabel 3.2 Data penelitian *weight loss* tanpa inhibitor

waktu (jam)		berat awal (g)	berat akhir (g)	selisih (g)	laju korosi (mmpy)	rata-rata (mmpy)
1	1					
	2					
	3					
2	1					
	2					
	3					
3	1					
	2					
	3					
4	1					
	2					
	3					
5	1					
	2					
	3					

Tabel 3.3 Data penelitian *weight loss* dengan inhibitor

waktu (jam)		berat awal (g)	berat akhir (g)	selisih (g)	laju korosi (mmpy)	rata-rata (mmpy)	efisiensi (%)
1	1						
	2						
	3						
2	1						
	2						
	3						
3	1						

	2						
	3						
4	1						
	2						
	3						
5	1						
	2						
	3						

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Ekstraksi

Metode maserasi merupakan proses ekstraksi yang dipakai untuk mendapatkan senyawa yang terkandung pada biji jambu. Hasil ekstraksi biji jambu akan dipakai sebagai inhibitor korosi. Proses maserasi untuk menghasilkan ekstrak biji jambu dilakukan pada April 2017 di laboratorium Kimia Organik Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pada prosesnya, biji jambu dikumpulkan dan dikeringkan pada gambar 4.1. Lalu biji jambu dihaluskan menjadi serbuk untuk mempermudah ekstraksi menggunakan blender pada gambar 4.2. Biji jambu yang telah halus ditimbang dan dimaserasi dengan cara dibungkus dengan kertas saring dan direndam dalam methanol selama 3 x 24 jam pada gambar 4.3.



Gambar 4.1 Biji-biji jambu kering

Kemudian ekstrak cair berupa rendaman jambu biji disaring dengan kertas saring. Setelah disaring cairan dibiarkan sehingga

terjadi proses evaporasi sampai menjadi residu yang akan menjadi bahan inhibitor korosi. Adapun ekstrak dari biji jambu berupa cairan seperti pada gambar 4.4



Gambar 4.2 Biji jambu yang telah dihaluskan



Gambar 4.3 Proses maserasi biji jambu



Gambar 4.4 Ekstrak biji jambu

4.2 Hasil Pengujian Polarisasi Potensiodinamik

Pengujian polarisasi potensiodinamik bertujuan untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada baja API 5L *Grade B* pada masing-masing konsentrasi inhibitor. Pengujian polarisasi potensiodinamik dilakukan pada Mei 2017 di Laboratorium Korosi, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Spesimen pada pengujian ini menggunakan Baja API 5L *grade B* dengan larutan H_2SO_4 1 M 100 ml yang ditambahkan inhibitor biji jambu dengan konsentrasi yang berbeda. Masing-masing konsentrasi yang ditambahkan yaitu 0 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml. Setiap pengujian masing-masing konsentrasi inhibitor dilakukan 3 kali pengulangan.

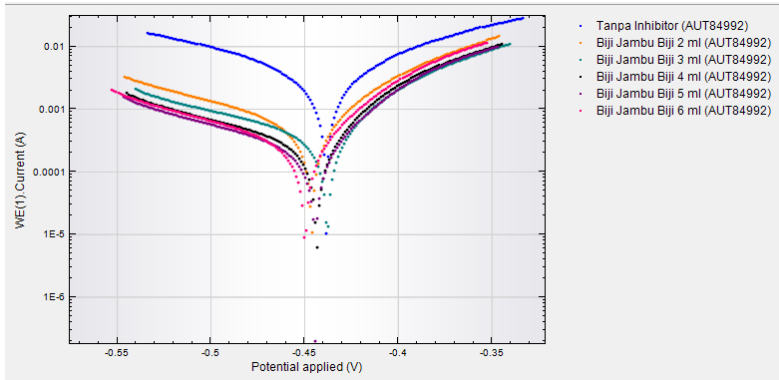
Pengujian polarisasi potensiodinamik ini menggunakan autolab dan program NOVA 1.8 yang menampilkan grafik nilai arus untuk setiap perubahan potensial, kemudian dinyatakan dalam bentuk kurva $E/Log i$. Beberapa parameter yang diinputkan pada software tersebut ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameter Pengujian Polarisasi Potensiodinamik pada Baja API 5L *grade* B

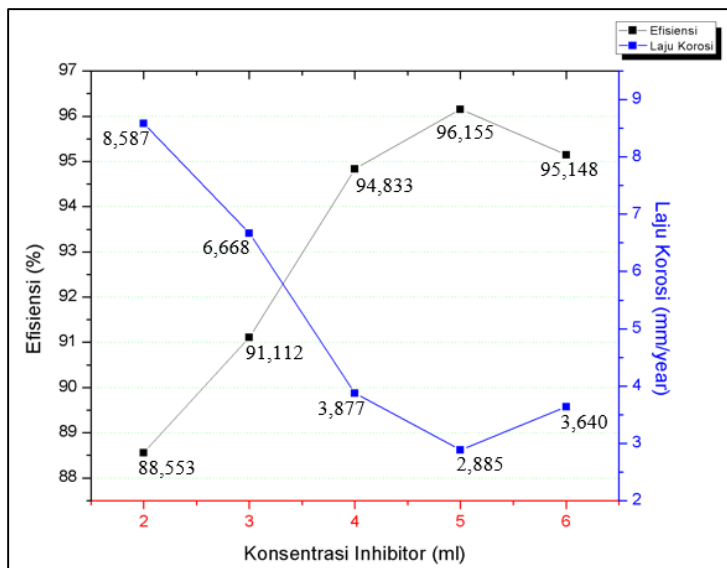
Elektoda Kerja	API 5L <i>grade</i> B (Solid)
Equivalent Weight (g)	27,925
Densitas (g/ml)	7,86
Luasan Terekspos (cm ²)	1
Counter Elektrode	Platina
Reference Elektrode	AgCl
Scan Rate (mV/s)	10

Berdasarkan tabel 4.1 mengenai parameter yang akan diinputkan pada software NOVA 1.8 sehingga nantinya akan muncul grafik yang bersesuaian dengan perilaku logam tersebut. Elektroda kerja yang dipakai adalah API 5L *grade* B dalam bentuk solid. Setelah itu, memasukkan berat equivalent masing-masing spesimen yaitu sebesar 27,925 g. Densitas yang digunakan dalam parameter ini adalah 7,86 g/ml. Luasan yang terekspos untuk baja API 5L *grade* B adalah sebesar 1 cm². Untuk elektroda bantu, digunakan Platina. Sedangkan elektroda acuan menggunakan AgCl. Laju *scanning* pada pengujian ini adalah 10 mV/s. Artinya setiap kenaikan 10 mV/s akan terukur nilai potensial terhadap arus.

Hasil pengujian polarisasi potensiodinamik pada 5 variabel konsentrasi inhibitor yang digunakan ditunjukkan pada gambar 4.5. Untuk mempermudah interpretasi gambar digunakan warna yang berbeda untuk setiap konsentrasi penambahan inhibitor.



Gambar 4.5 Hasil pengujian polarisasi potensiodinamik



Gambar 4.6 Hasil uji Polarisis Potensiodinamik dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu

Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa dengan peningkatan konsentrasi inhibitor yang ditambahkan, laju korosi yang terjadi

cenderung menurun. Hal ini disebabkan adanya penambahan ekstrak biji jambu sebagai inhibitor korosi yang mengurangi laju korosi pada spesimen dan meningkatkan efisiensinya. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang ditambahkan tidak selalu berpengaruh pada penurunan laju korosinya secara konstan. Nilai konsentrasi inhibitor tertentu dapat menjadi acuan mendapatkan hasil penghambatan laju korosi maksimal. Namun secara keseluruhan dapat disimpulkan dengan bertambahnya senyawa antioksidan dalam media korosif, maka serangan ion-ion korosif pada permukaan baja akan semakin menurun karena terhalang oleh senyawa antioksidan.

Tren dari laju korosi dan efisiensi dapat dilihat pada gambar 4.6 dimana grafik anatara keduanya saling berbanding terbalik. Pada gambar 4.6 terlihat grafik penurunan laju korosi. Nilai laju korosi terbesar terdapat pada spesimen tanpa penambahan inhibitor sebesar 75,018 mmpy. Sedangkan nilai laju korosi terendah dimiliki oleh spesimen dengan penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak biji jambu sebesar 5 ml yaitu 2,885 mmpy. Adapun efisiensi tertinggi yaitu pada konsentrasi 5 ml sebesar 96,155%.

Dari *software* Nova 1.8 didapatkan data yang dapat dilihat pada gambar 4.5. Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa inhibitor ekstrak biji jambu bersifat campuran (anodik dan katodik), karena dari semua konsentrasi memiliki selisih E_{corr} dengan tanpa inhibitor kurang dari 85 mV. *Sample* tanpa inhibitor pada grafik yang berwarna biru terletak paling tinggi menunjukkan memiliki laju korosi paling tinggi. Sedangkan spesimen dengan konsentrasi inhibitor 5 ml pada grafik yang berwarna ungu terletak paling rendah menunjukkan memiliki laju korosi paling rendah. Berikut tabel 4.2 menggambarkan hasil uji polarisasi potensiodinamik juga nilai laju korosi pada masing-masing konsentrasi inhibitor.

Tabel 4.2 Hasil uji polarisasi potensiodinamik pada baja API 5L grade B dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu

material	Kosentrasi Inhibitor (ml)	β_a (mV/dec)	β_c (mV/dec)	E_{corr} (mV)	Selisih E_{corr} (mV)	I_{corr} ($\mu A/cm^2$)	CR (mmpy)	IE (%)
API 5L <i>grade B</i>	0	220,870	146,550	-436,150	-	6,456	75,018	-
	2	192,360	61,855	-447,230	11,080	739,010	8,587	88,553
	3	350,210	56,895	-438,230	2,080	573,640	6,668	91,112
	4	195,370	46,060	-445,060	8,910	333,610	3,877	94,833
	5	149,930	44,962	-445,620	9,470	248,240	2,885	96,155
	6	151,670	49,343	-451,380	15,230	313,270	3,640	95,148

Efisiensi suatu inhibitor dapat diperoleh melalui laju korosi yang didapatkan. Efisiensi terbesar dimiliki spesimen yang dicelupkan pada media dengan penambahan kosentrasi inhibitor sebesar 5 ml. Efisiensi terbesar dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu sebesar 96,155% ditunjukkan pada gambar 4.6.

Penambahan kosentrasi inhibitor korosi menunjukkan penurunan laju korosi seperti pada gambar 4.6 dan peningkatan efisiensi inhibitor yang ditunjukkan pada gambar 4.6. Hal ini disebabkan karena penambahan ekstrak biji jambu sebagai inhibitor korosi yang dapat menambah efisiensi inhibisinya. Adapun kosentrasi inhibitor yang ditambahkan dengan jumlah tertentu. Dengan adanya inhibitor pada permukaan baja API 5L *grade B* mengakibatkan adanya adsorpsi yang timbul antara inhibitor pada permukaan elektroda kerja. Adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan elektroda kerja akan menghasilkan semacam lapisan tipis (film) pada baja API 5L *grade B* yang memisah permukaan elektroda kerja dengan media korosif sehingga dapat menghambat laju korosi.

4.3 Hasil Pengujian Weight Loss

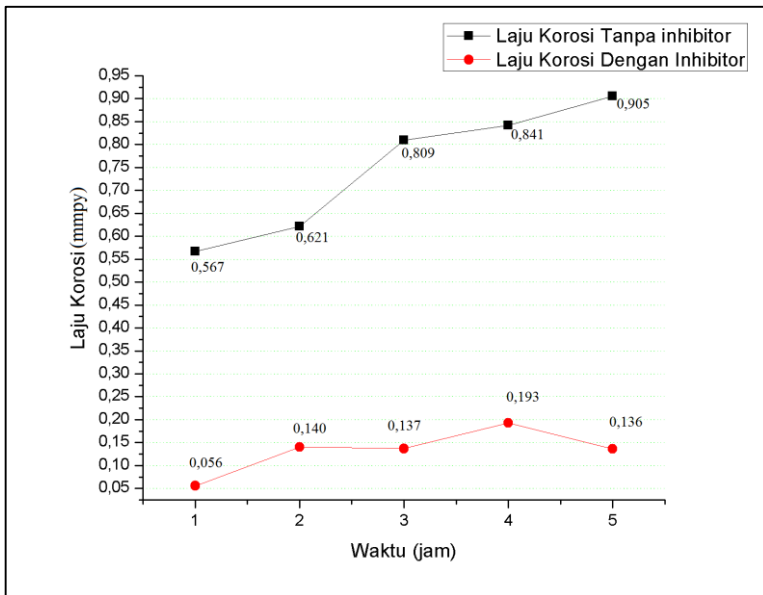
Pengujian weight loss atau pengurangan berat dilakukan untuk mengetahui efisiensi inhibitor pada media korosi. pengujian ini dilakukan pada Mei 2017 di Laboratorium Korosi, Departemen Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Spesimen pada pengujian ini menggunakan Baja API 5L *grade* B. Data kehilangan berat dicatat untuk menentukan laju korosi baja API 5L *grade* B. Pengurangan berat pada baja dipengaruhi oleh dua faktor yaitu penambahan inhibitor dan variasi waktu perendaman masing-masing dalam media H₂SO₄ 1 M. Penambahan inhibitor untuk mengetahui waktu yang paling efisien untuk merendam baja API 5L *grade* B yaitu dari hasil paling efisien pada uji polarisasi potensiodinamik yaitu 5 ml. Setiap wadah diisi 3 spesimen supaya saat pengambilan data hasilnya lebih valid dan mengurangi resiko terjadinya anomali atau penyimpangan. Data pengurangan berat yang telah didapatkan akan digunakan untuk menghitung laju korosi dengan menggunakan persamaan 2.3 dan data laju korosi digunakan untuk menghitung efisiensi inhibitor dengan menggunakan persamaan 2.2.

Hasil dari pengaruh variasi waktu perendaman baja dalam media H₂SO₄ 1 M dengan penambahan inhibitor dan tanpa penambahan inhibitor terhadap laju korosi baja dapat dilihat pada tabel 4.3 dan adanya penambahan inhibitor dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil uji Weight Loss dengan varisasi waktu dengan dan tanpa inhibitor

Kosentrasi (ml)	waktu	laju korosi (mmpy)	efisiensi (%)
0	1	0,567	-
	2	0,621	-
	3	0,809	-

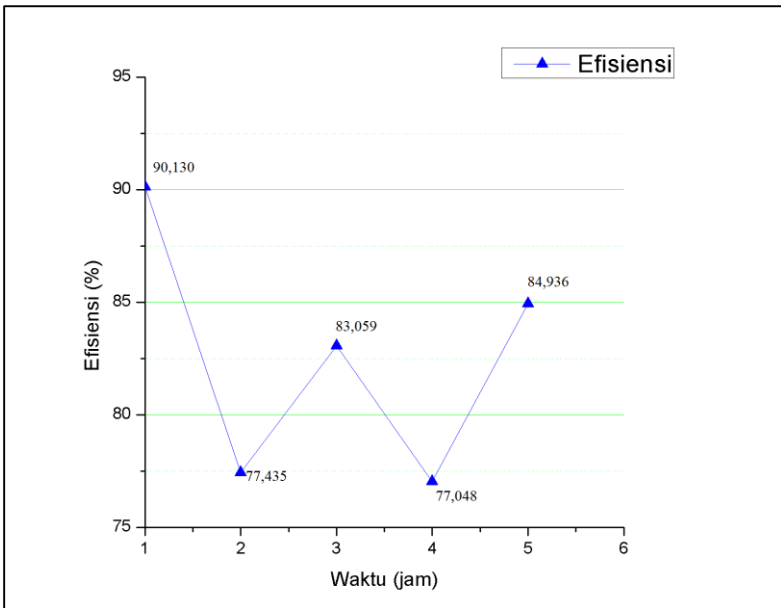
	4	0,841	-
	5	0,905	-
5	1	0,056	90,130
	2	0,142	77,435
	3	0,137	83,060
	4	0,193	77,048
	5	0,136	84,936



Gambar 4.7 Hasil uji Weight Loss dengan penambahan ekstrak inhibitor 5 ml pada Baja API 5L grade B

Berdasarkan gambar 4.7 terlihat bahwa penambahan inhibitor cukup berpengaruh terhadap kehilangan berat baja. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu rendam, maka semakin banyak terbentuk lapisan dari inhibitor yang menghalangi difusi

media korosi ke permukaan sampel sehingga kehilangan beratnya semakin lama semakin turun. Namun waktu efektif dari setiap inhibitor berbeda-beda. Pada pengujian laju korosi pada perendaman terlihat adanya perbedaan antara sampel baja yang diberikan inhibitor ekstrak biji jambu dan yang tanpa inhibitor. Berdasarkan gambar 4.7 laju korosi paling rendah terdapat dalam rentang waktu 1 jam sebesar 0,0559 mmpy dengan penambahan inhibitor. Adapun baja tanpa penambahan inhibitor semakin lama laju korosi semakin meningkat.



Gambar 4.8 Hasil Efisiensi inhibitor ekstrak biji jambu pada uji Weight loss

Efisiensi inhibisi ekstrak biji jambu pada korosi baja dinyatakan dalam persen efisiensi inhibisi (%EI), sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.8. Berdasarkan pada gambar 4.8 terlihat bahwa waktu perendaman mempengaruhi efisiensi inhibisi.

Adapun waktu terbaik untuk inhibisi dari ekstrak biji jambu yaitu selama 1 jam dengan efisiensi inhibisi sebesar 90,1296%

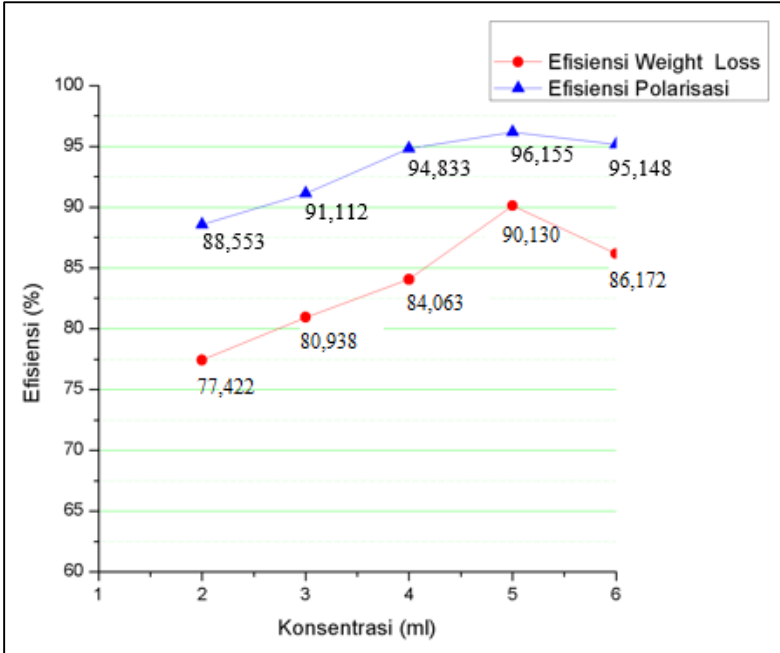
Setelah mengetahui waktu yang efisien untuk inhibitor menginhibisi, dilakukan perendaman kembali dengan penambahan inhibitor ekstrak biji jambu untuk mengetahui efisiensi pada masing-masing konsentrasi yang dilakukan pada pengujian sebelumnya yaitu 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml, dan 6 ml selama 1 jam. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji Weight Loss pada masing-masing konsentrasi ekstrak biji jambu selama 1 jam Baja API 5L grade B

Konsentrasi (ml)	Laju korosi (mmpy)	Efisiensi (%)
0	0,567	-
2	0,128	77,422
3	0,108	80,938
4	0,090	84,063
5	0,056	90,130
6	0,078	86,172

Dari hasil uji Weight Loss pada masing-masing konsentrasi ekstrak biji jambu selama 1 jam terlihat ada kesamaan tren pada hasil uji polarisasi potensiodinamik seperti gambar 4.9.

Kesamaan yang terlihat yaitu pada efisiensi yang dihasilkan oleh masing-masing ekstrak biji jambu. Kenaikan dan penurunan tren yang terlihat dari nilai efisiensi uji polarisasi potensiodinamik dan weight loss sama pada masing-masing konsentrasi ekstrak biji jambu. Adapun efisiensi terbesar terlihat pada konsentrasi yang sama yaitu pada 5 ml, pada uji polarisasi potensiodinamik menghasilkan efisiensi 96,155% dan pada uji weight loss menghasilkan efisiensi 90,130%.



Gambar 4.9 Tren efisiensi hasil uji Polarisasi potensiodinamik dan Weight Loss

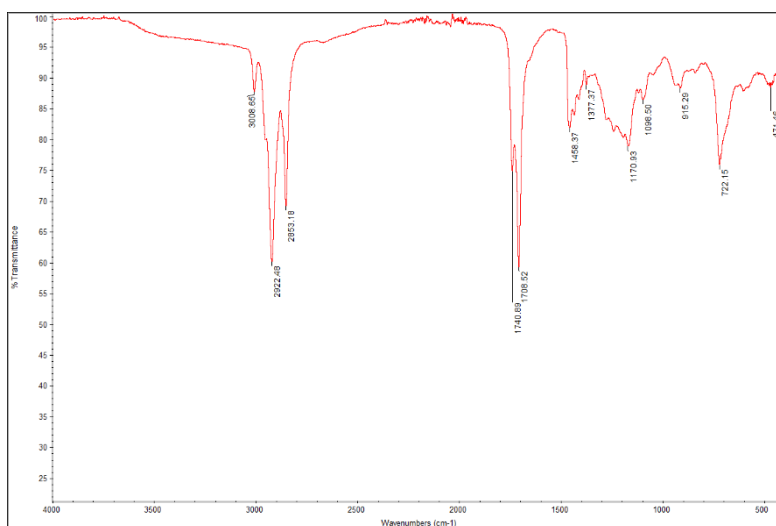
Pada konsentrasi 6 ml baik pada uji polarisasi potensiodinamik maupun uji weight loss terjadi penurunan nilai efisiensi inhibitor. Penurunan nilai efisiensi inhibisi kemungkinan disebabkan oleh molekul inhibitor yang awalnya teradsorpsi di permukaan baja tertarik kembali ke larutan sehingga dapat merusak lapisan film pelindung ketika konsentrasi inhibitor mendekati atau menjauhi konsentrasi kritisnya (Hussin dan Kassim, 2011).

4.4 Hasil Pengujian FTIR

Pengujian FTIR ini untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang terdapat pada ekstrak biji jambu, dan gugus fungsi yang terdapat pada spesimen uji berupa baja API 5L *grade B* pada

elektrolit H₂SO₄ 1 M yang ditambah dengan dengan inhibitor dan tanpa inhibitor biji jambu. Uji FTIR didasarkan pada perbedaan penyerapan radiasi inframerah (panjang gelombang) yang diterima oleh sampel uji yang ditransmisikan oleh alat instrumentasi. Ekstrak biji jambu yang digunakan sebagai inhibitor yang nantinya diharapkan dapat terjadi proses penyerapan senyawa organik tersebut ke permukaan logam, sehingga logam terlindungi dari korosi.

Ekstrak biji jambu mempunyai senyawa yang dapat menahan oksidasi berdasarkan pengujian FTIR ini. Hasil pengujian Fourier Transform Infra Red (FTIR) pada ekstrak biji jambu ditunjukkan pada gambar 4.10.



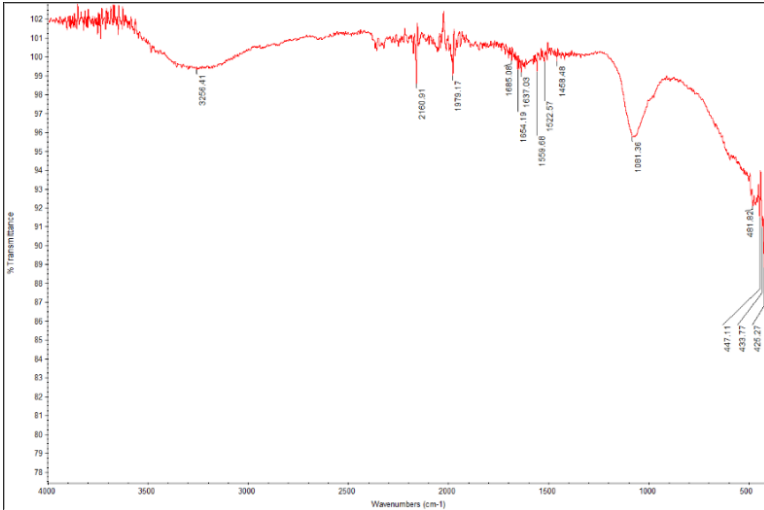
Gambar 4.10 Spectrum FTIR ekstrak biji jambu

Dari gambar 4.10, ekstrak biji jambu memiliki beberapa peak (wavelength) yang mengindikasikan adanya gugus fungsi tertentu. Berdasarkan tabel *Infrared (IR) Spectroscopy frequencies* ekstrak biji jambu memiliki gugus fungsi seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.5 Hasil FTIR ekstrak biji jambu

Bilangan gelombang ekstrak biji jambu	Daerah frekuensi toleransi (cm⁻¹)	Gugus fungsi
722,15	675 - 995	C-H
915,29	675 - 995	C-H
1098,50	1050 - 1300	C-O
1170,93	1050 - 1300	C-O
1377,37	1340 - 1470	C-H
1458,37	1340 - 1470	C-H
1708,52	1690 - 1760	C=O
1740,89	1690 - 1760	C=O
2853,18	2850 - 2970	C-H
2922,48	2850 - 2970	C-H
3008,5	3000 - 3100	C-H

Sebelum diuji FTIR baja API 5L *grade* B direndam dalam larutan H₂SO₄ 1 M tanpa inhibitor dan dengan inhibitor dengan konsentrasi 5 ml selama 1 jam. Hasil pengujian Fourier Transform Infra Red (FTIR) pada Baja Apil 5L *grade* B yang tidak diberi inhibitor ditunjukkan oleh gambar 4.11.



Gambar 4.11 Spectrum FTIR Baja API 5L *grade B* dengan penambahan Inhibitor

Tabel 4.6 Hasil FTIR baja dengan inhibitor

Bilangan gelombang dengan inhibitor	Daerah frekuensi toleransi (cm-1)	Gugus fungsi
1458,48	1340 - 1470	C - H
1522,57	1500 - 1600	C = C
1559,68	1500 - 1600	C = C
1637,03	1610 - 1680	C = C
1654,19	1610 - 1680	C = C
1081,36	1050 - 1300	C-O
3256,41	3200 - 3600	O - H

Berdasarkan hasil pengamatan spectra FTIR pada tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pada baja yang telah ditambahkan inhibitor memiliki gugus fungsi yang menyerupai gugus fungsi yang ada pada ekstrak biji jambu namun dengan jumlah yang sedikit dan bilangan yang tidak jauh berbeda. Pada peak 1458,37 cm^{-1} yang

masih dalam rentang daerah frekuensi senyawa alkana dengan gugus fungsi C-H. Pada peak di ikatan $1081,36\text{ cm}^{-1}$ yang masih dalam rentang daerah frekuensi senyawa ether dengan gugus fungsi C-O.

Hasil FTIR menunjukkan bahwa tidak nampak gugus fungsi yang bertanggung jawab sebagai antioksidan pada proses inhibisi. Hal ini dikarenakan dari pengujian polarisasi, diketahui bahwa ekstrak biji jambu merupakan inhibitor bersifat campuran (anodik dan katodik), namun dominan pada sisi katodik. Sehingga tidak terdapat lapisan yang melindungi pada benda kerjanya. Gugus fungsi didapat dari mencocokkan *range* frekuensi yang sama pada hasil pengujian ekstrak dan benda kerja dengan penambahan inhibitor namun tidak ada pada benda kerja tanpa inhibitor.

4.5 Pembahasan

Hasil keseluruhan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa inhibitor ekstrak biji jambu merupakan inhibitor organik dan cukup efektif melindungi baja API 5L *grade* B dari serangan korosi pada larutan H_2SO_4 1 M.

Pada pengujian polarisasi diperlihatkan bahwa inhibitor bersifat campuran yang dominan katodik. Selain itu laju korosi turun ketika ditambahkan dengan inhibitor. Pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi 0 ml laju korosi sebesar 75,018 mmpy, sedangkan di konsentrasi 5 ml laju korosi sebesar 2,885 mmpy. Pada pengujian ini juga didapatkan efisiensi tertinggi pada konsentrasi 5 ml yaitu sebesar 96,155%.

Pada pengujian weight loss didapatkan waktu efisien untuk perendaman yaitu 1 jam. Terjadi penurunan laju korosi saat penambahan inhibitor pada larutan H_2SO_4 1 M. Pada konsentrasi 0 ml laju korosinya yaitu 0,567 mmpy dengan perendaman 1 jam. Pada konsentrasi 5 ml dengan perendaman 1 jam laju korosinya yaitu 90,123%. Adapun hasil pengujian weight loss dengan

pengujian polarisasi potensiodinamik memiliki tren yang sama pada grafik yang menunjukkan efisiensi inhibitor.

Hasil dari pengujian FTIR untuk mengetahui jenis ikatan gugus fungsi. Hasil uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi dengan bilangan yang berbeda namun masih dalam rentang frekuensi yang sama antara ekstrak biji jambu dan baja tanpa inhibitor. Tidak terjadi proses adsorpsi dikarenakan mekanisme inhibitor bersifat campuran yang dominan katodik.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh penambahan kadar inhibitor ekstrak biji jambu terhadap laju korosi baja API 5L *grade* B, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Adanya kesamaan tren efisiensi yang dihasilkan dari pengujian polarisasi potensiodinamik dan uji *weight loss*, yaitu nilai efisiensi efektif terdapat pada konsentrasi 5 ml. Terjadi penurunan laju korosi dengan kadar optimal dan efektif dalam penggunaan inhibitor ekstrak biji jambu sebesar 5ml. Adapun nilai laju korosi pada pengujian polarisasi potensiodinamik yaitu 2,885 mmpy dan nilai efisiensi sebesar 96,155%. Pada pengujian *weight loss* dengan beberapa variasi waktu yang diujikan, waktu paling efisien yaitu selama 1 jam. Nilai efisiensi tertinggi terdapat di konsentrasi 5 ml sebesar 90,130 %. Pengujian penambahan kadar inhibitor ekstrak biji jambu dengan metode polarisasi potensiodinamik dan *weight loss* cukup efektif dalam menurunkan nilai laju korosi pada baja API 5L *grade* B di lingkungan H₂SO₄ 1 M.
2. Mekanisme inhibisi dari hasil pengujian polarisasi potensiodinamik dan FTIR menunjukkan tidak adanya lapisan karena inhibitor bersifat campuran yang dominan katodik.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi temperatur untuk melihat efisiensi lebih fektif.
2. Perlu adanya pengujian dengan metode lain seperti SEM untuk melihat topografi pada permukaan benda kerja.

(halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

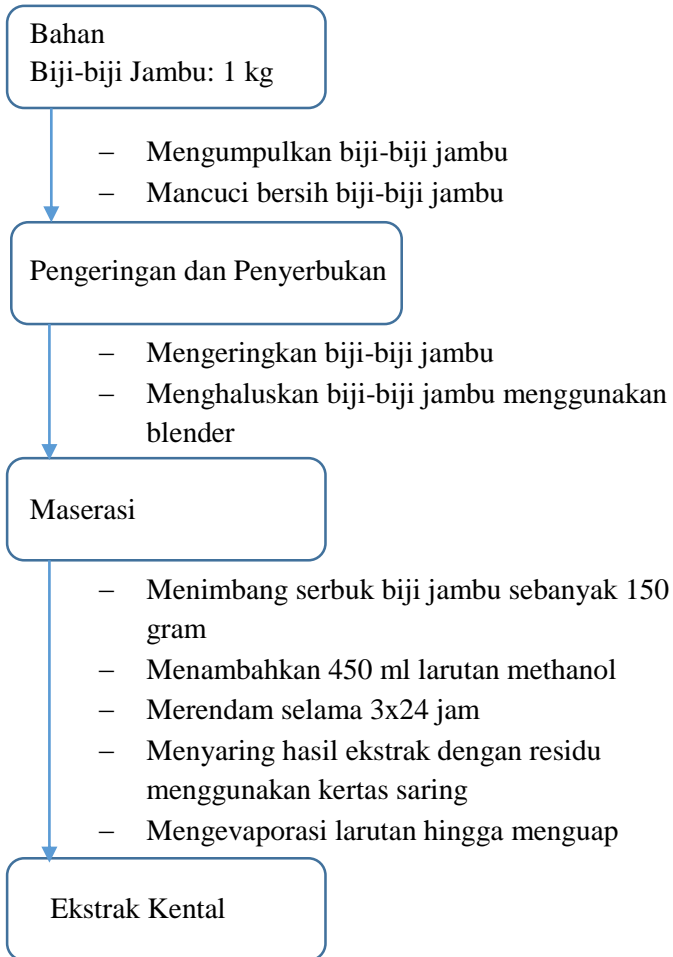
- ASM Handbook, 1992, “ *Corrosion* ”, Metal Handbook, Vol.13.
- ASTM.1990.*Annual Book of ASTM Standart : Wear and Errosion ; Metal Corrosion*.Easton USA.
- Butarbutar SL, Febrianto. 2009. “Penguujian mesin Edaq untuk Mengukur Laju Korosi”. *Sigma Epsilon*; 13(2) : 54 – 8.
- Fadli. 2011.“*Studi Laju Korosi Baja API 5L GRB N di Dalam Larutan Asam Sulfat 1 M dengan Penambahan Inhibitor Anline-4-Sulfonate*”. FMIPA UI.
- Priyotomo, Gadang . 2008. “*Korosi Retak Tegang Material Stainless Steel AISI 304 di Lingkungan Mgcl₂*”. FMIPA UI
- Grififth, P. 1975. *Chemical Infrared Fourier Transform Spectroscopy*. New York : John Wiley & Sons.
- Harbone, J.B., 1987. *Metode Fitokimia Edisi Ke Dua*. ITB. Bandung.
- Haryono, Gogot, Bambang Sugiarto, Hanima Farid dan Yudi Tanoto. 2010. “*Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi*”. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” (1): 1-6.
- Hatch GB, Nathan CC. 1984. *Corrosion Inhibitor. National Association for Corrosion Engineers*. page : 126-147.
- Hussin MH, Kassim MJ. 2011. “*The corrosion inhibition and adsorption behavior of uncaria gambir extract on mild steel in 1 M HCl. Material Chemistry and Physics*”; 125(3) : 461 – 8. q
- Jones. Deny A, *Principles and Prevention of Corrosion*. Maxwell Macmillan. Singapura. 1992.
- Kumar, K.P.Vinod, M. Sankara Narayana Pillai, and G. Rexin Thusnavis. 2011. *Seed Extract of Psidium guajava as Ecofriendly Corrosion Inhibitor for Carbon Steel in Hydrochloric Acid Medium*. Tamil Nadu, India

- McCafferty, E. 2010. *Introduction to Corrosion Science*. Pringer Science + Business Media, LLC: New York.
- Nurdin, Isdiriyani dan Syahri, M., 1998. “*Inhibisi Korosi Baja Karbon di dalam Larutan Karbonat Bikarbonat*”. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik ITB; Bandung.
- Pradityana, Atria, Sulistijono, Abdullah Shahab, dan Lukman Noerochim. 2017. “*Sarang Semut (Myrmecodia Pendans) Extract as a Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acid Solution*”. Vol 8, No. 1.
- Putranto, Purbadi. 2008. “*Penilaian Kelayakan Pakai (FFS Assessments) Dengan Metode Remaining Wall Thickness Pada Pipping System di Flow Section dan Compression Section Fasilitas produksi Lepas Pantai M2*”. FT: UI.
- R. B. Rastogi, M. M. Singh, K. Singhand M. Yadav. 2005. “*Organotin Dithiobiurets as Corrosion Inhibitors for Mild Steel-Dimethyl Sulfoxide Containing HCL*”.
- R. Winston Revie. Wiley. 2000. *Uhlig's Corrosion Handbook*. Technology & Engineering: Canada.
- Roberge, Piere R. 2000. *Handbook of Corrosion Engineering*. McGraw-Hill:New York. Hal 734
- Ryanata, Ebry. 2014. “*Penentuan Jenis Tanin dan Penetapan Kadar Tanin dari Kulit buah Pisang Masak (Musa paradisiacal L.) secara Spektrofotometri dan Permanganometri*”. Vol.4 No.2.
- Supardi, R. 1997. *Korosi Edisi Pertama*. Tarsito: Bandung. P. 56-58.
- Tahid. 1994. *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier No II th VIII*. Warta Kimia Analitis: Bandung.
- Trethewey, K.R.. 1991. *Korosi untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Widharto, S. 2004. *Karat dan Pencegahannya, Edisi Ketiga*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.

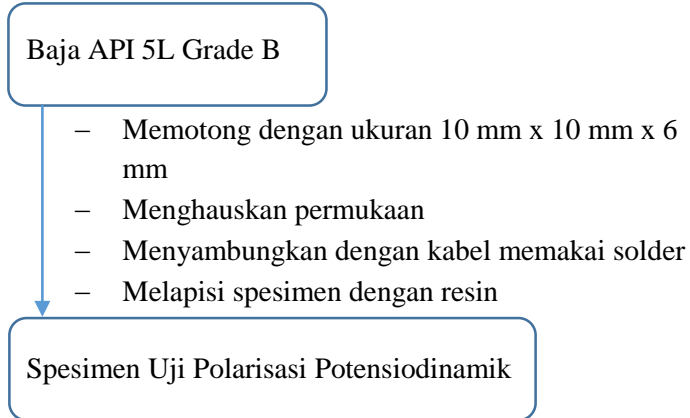
LAMPIRAN A

Skema Kerja

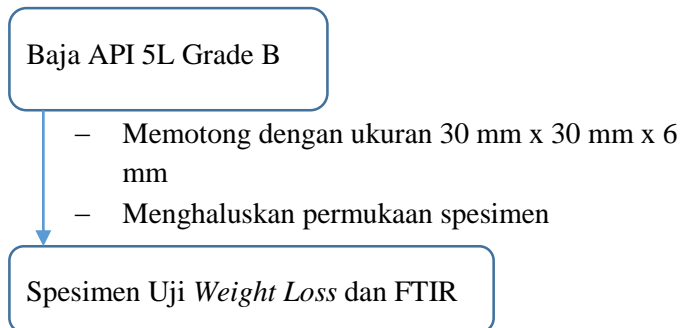
1. Pembuatan Inhibitor Ekstrak Biji Jambu Metode Maserasi



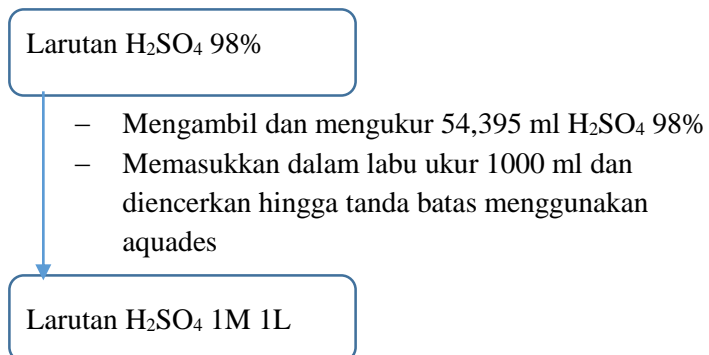
2. Pembuatan Spesimen Uji Polarisasi Potensiodinamik



3. Pembuatan Spesimen Uji *Weight Loss* dan FTIR



4. Pembuatan Larutan H₂SO₄ 1 M



5. Prosedur Uji Polarisasi Potensiodinamik

Spesimendan Larutan Elektrolit

- Memasang kabel monitor, CPU, Nova 1.8
- Menyalakan CPU, monitor, Nova 1.8
- Memasang spesimen pada rangkaian potensiostat yang dicelupkan kedalam larutan
- Memasang kabel pada tiap elektrode

Menjalankan program Nova 1.8

- Menyalakan program Nova 1.8
- Memilih program Polarisasi Linear sebagai program yang diinginkan
- Memasukkan parameter parameter pengujian yang diperlukan, seperti densitas, range pengujian dan lain lain.
- Melakukan pengujian dengan mengklik *run*
- Didapatkan kurva polarisasi
- Melakukan fitting pada kurva polarisasi untuk menentukan nilai E_{corr} , I_{corr} , Laju korosi, Beta katodik, dan Beta anodik

Diperoleh data korosi yang diperlukan

LAMPIRAN B

1. Perhitungan Pembuatan Larutan H₂SO₄ 1M sejumlah 1L

Diketahui pada larutan H₂SO₄ 98% :

$$\rho = 1,84$$

$$BM = 98,08$$

Rumus Pengenceran H₂SO₄ 1M :

$$M = \frac{\rho \times \% \times 10}{BM}$$
$$= \frac{1,84 \times 98 \times 10}{98,08}$$

$$= 18,384 \text{ M}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$18,384 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 54,395 \text{ ml}$$

2. Perhitungan Laju Korosi pada Uji *Weight Loss*

Diambil dari data rentang waktu 1 jam spesimen pertama

$$CR = \frac{K \times W}{\rho \times A \times T}$$

$$K = 87600$$

W = berat awal – berat akhir

$$\rho = 7,85 \text{ g/cm}^3$$

$$A = (30 \times 30 + 30 \times 6 + 30 \times 6) 2 = 2520 \text{ mm}^2$$

$$T = 1 \text{ jam}$$

$$CR = \frac{87600 \times (38,850 - 38,838)}{7,85 \times 2520 \times 1}$$

$$CR = 0,0509 \text{ mmpy}$$

3. Perhitungan Efisiensi Inhibitor pada Uji *Weight Loss*

Diambil dari data rentang waktu 1 jam

$$EI = \frac{CR_0 - CR_1}{CR_0} \times 100\%$$

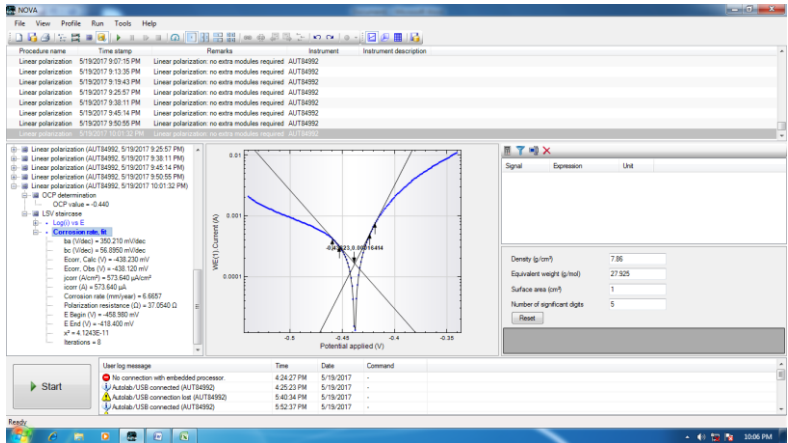
$$EI = \frac{0,567 - 0,056}{0,567} \times 100\%$$

$$EI = 90,130\%$$

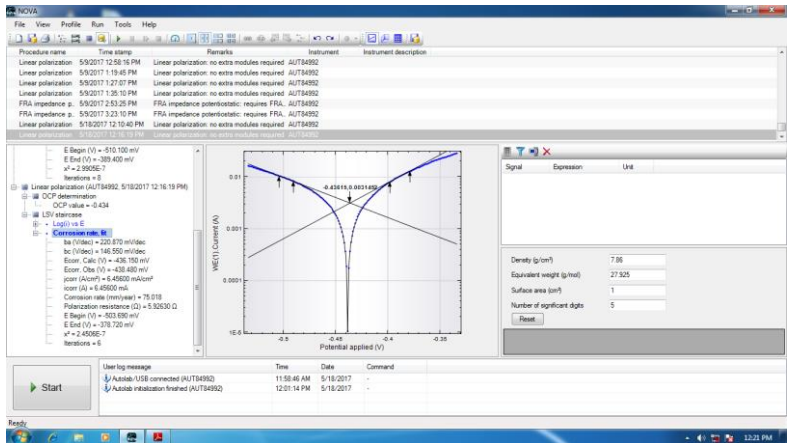
LAMPIRAN C

1. Hasil Pengujian Polarisasi Potensiodinamik

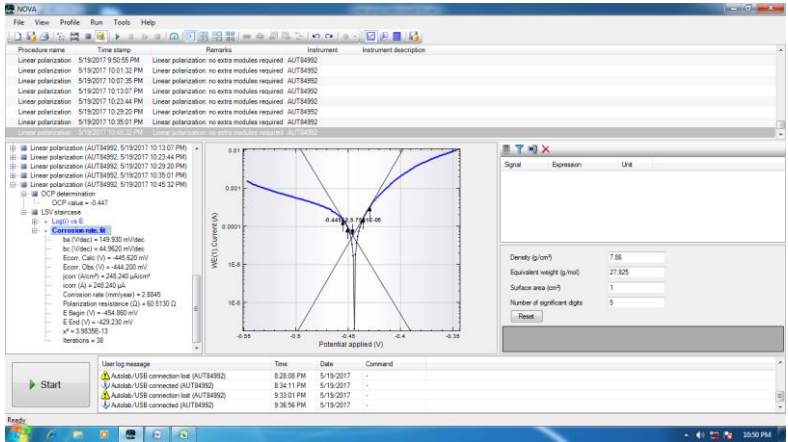
a. Hasil tanpa penambahan inhibitor



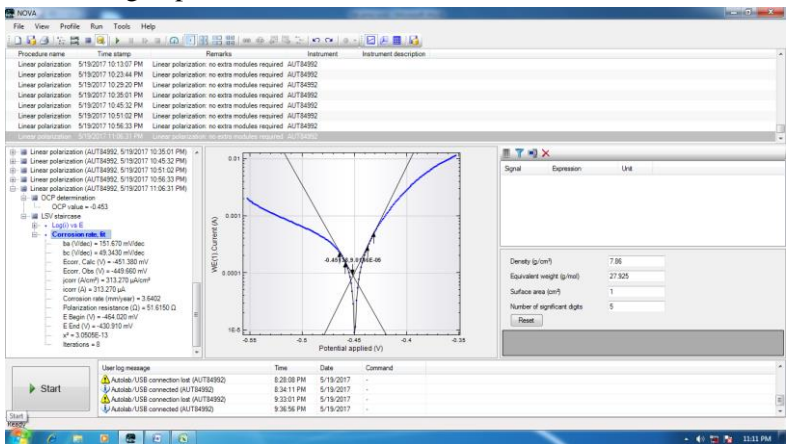
b. Hasil dengan penambahan inhibitor 2 ml



e. Hasil dengan penambahan inhibitor 5 ml



f. Hasil dengan penambahan inhibitor 6 ml



2. Hasil Pengujian *Weight Loss*

a. Tabel Hasil Uji *Weight Loss* Tanpa inhibitor

Waktu (jam)		Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Selisih (g)	Laju korosi (mmpy)	Rata-rata (mmpy)
1	1	32,696	32,569	0,127	0,562	0,567
	2	33,343	33,220	0,123	0,545	
	3	37,358	37,224	0,134	0,593	
2	1	36,937	36,655	0,282	0,624	0,621
	2	37,979	37,683	0,296	0,658	
	3	40,537	40,275	0,262	0,582	
3	1	45,112	44,471	0,641	0,948	0,809
	2	40,049	39,555	0,494	0,731	
	3	39,139	38,633	0,507	0,748	
4	1	35,859	35,075	0,784	0,868	0,841
	2	37,992	37,266	0,726	0,805	
	3	37,021	36,253	0,768	0,851	
5	1	37,828	36,805	1,023	0,906	0,905
	2	38,282	37,287	0,996	0,882	
	3	41,111	40,070	1,041	0,927	

b. Hasil Uji *Weight Loss* dengan penambahan inhibitor 5 ml

Waktu (jam)		Berat awal (g)	Berat Akhir (g)	Selisih (g)	Laju korosi (mmpy)	Rata-rata (mmpy)	Efisiensi (%)
1	1	38,850	38,838	0,011	0,051	0,056	90,130
	2	32,363	32,338	0,025	0,111		
	3	41,999	41,699	0,300	0,006		

2	1	38,879	38,810	0,069	0,154	0,140	77,435
	2	33,236	33,180	0,057	0,126		
	3	38,823	38,759	0,064	0,141		
3	1	30,459	30,375	0,084	0,124	0,137	83,060
	2	32,384	32,294	0,090	0,133		
	3	36,435	36,330	0,105	0,154		
4	1	38,802	38,654	0,148	0,164	0,193	77,048
	2	39,194	38,964	0,230	0,254		
	3	37,255	37,110	0,146	0,161		
5	1	35,677	35,527	0,150	0,131	0,136	84,936
	2	37,547	37,387	0,160	0,141		
	3	36,508	36,354	0,154	0,137		

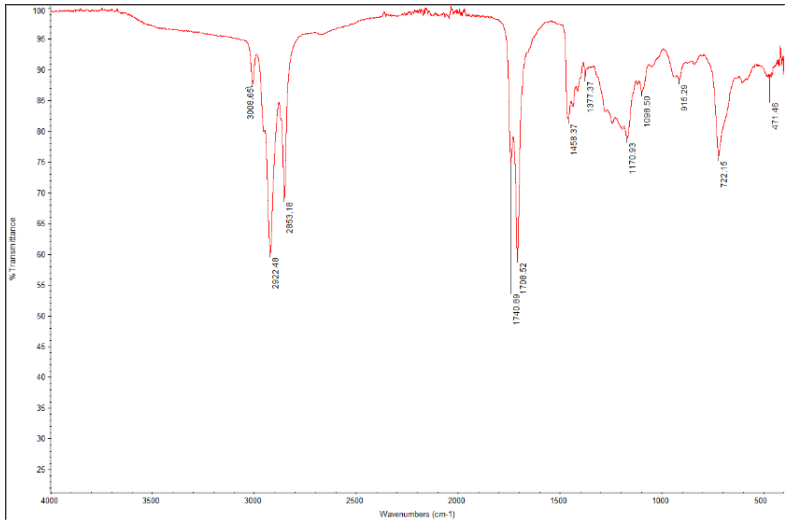
c. Hasil Uji Weight Loss dengan penambahan inhibitor dan variasi waktu berbeda

Waktu (jam)		Berat awal (g)	Berat Akhir (g)	Selisih (g)	Laju korosi (mmpy)	Rata-rata (mmpy)	Efisiensi (%)
2	1	37,221	37,193	0,028	0,124	0,128	77,422
	2	38,240	38,212	0,028	0,124		
	3	36,016	35,986	0,031	0,135		
3	1	34,910	34,887	0,023	0,101	0,108	80,938
	2	35,347	35,329	0,018	0,081		
	3	39,019	38,987	0,032	0,142		
4	1	35,259	35,248	0,011	0,050	0,090	84,063
	2	40,067	40,025	0,041	0,183		
	3	32,815	32,807	0,008	0,037		

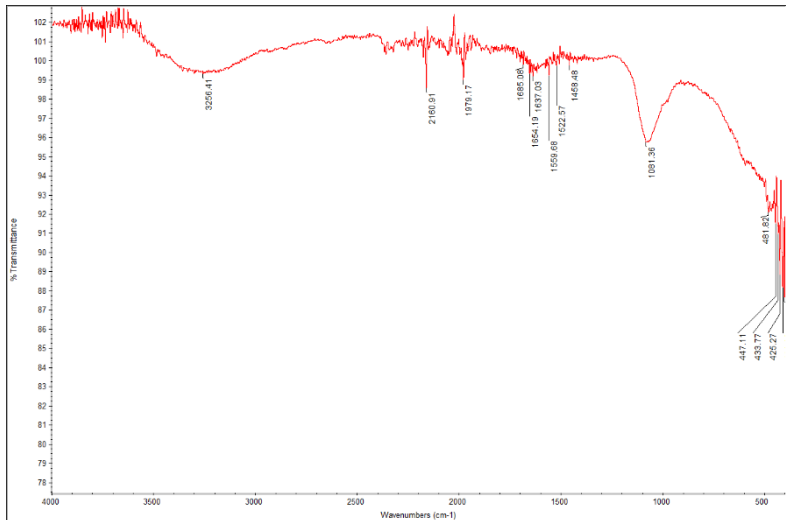
5	1	38,850	38,838	0,011	0,051	0,056	90,130
	2	32,363	32,338	0,025	0,111		
	3	41,999	41,699	0,300	0,006		
6	1	33,047	33,037	0,010	0,043	0,078	86,172
	2	34,159	34,135	0,023	0,104		
	3	32,915	32,895	0,020	0,089		

3. Hasil Pengujian FTIR

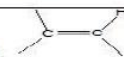

a. Hasil uji FTIR ekstrak biji jambu



b. Hasil uji FTIR dengan penambahan inhibitor

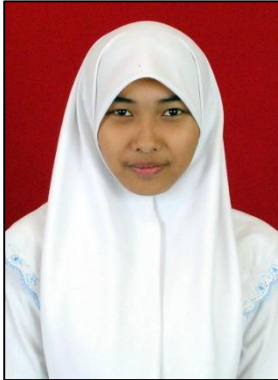


Tabel IR Table Reference

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C - H	Alkana	2850 – 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 – 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna 	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 – 3100 690 – 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 – 3650 3200 – 3600	Berubah-ubah Berubah-ubah
	monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 – 3650 2500 - 2700	terkadang melebar Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 – 3500	Sedang
C ≡ C	Alkena	1610 – 1680	Berubah-ubah
C ≡ C	Cincin Aromatik	1500 – 1600	Berubah-ubah
C ≡ C	Alkuna	2100 – 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 – 1360	Kuat
C ≡ N	Nitril	2210 – 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karborsilat, Ester	1050 – 1300	Kuat
C = O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 – 1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 – 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

Sumber : *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998.

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari enam bersaudara yang lahir pada tanggal 10 Maret 1996 di Bontang, Kalimantan Timur. Pendidikan formal yang pernah ditempuh meliputi SD 1 Yayasan Pupuk Kaltim, SMPN 3 Peterongan Jombang dan SMA Darul Ulum 2 Peterongan Jombang. Setelah itu pada tahun 2014 penulis meneruskan pendidikan pada tingkat perguruan tinggi di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi- nstitut

Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan mengambil bidang studi Manufaktur.

Selama masa pendidikan di perkuliahan penulis aktif mengikuti Tim Riset Mobil Ethanol Basudewo, penulis menjabat sebagai divisi Administrasi 2015-2016 dan menjabat menjadi Koordinator *Sponsorship* Mobil Ethanol Basudewo 2016-2017. Selain itu, ditahun 2015-2016 penulis juga aktif aktif menjabat sebagai Staff Badan Semi Otonom Minat dan Bakat HMDM dan juga menjabat sebagai staff departemen Komunikasi dan Informasi BEM FTI-ITS. Penulis juga mengikuti berbagai pelatihan yang diadakan HMDM antara lain: PKTI 2014, PJTD II 2015, serta Pelatihan LKMM TD VIII 2015. Selain itu, penulis juga mengikuti pelatihan di fakultas yaitu Pelatihan LKMM Pra-TD 2014 dan Pelatian LOT 1 BEM FTI-ITS 2016.

Bagi pembaca yang ingin lebih mengenal penulis dan ingin berdiskusi lebih luas lagi dapat menghubungi E-mail: fatnika2013@gmail.com.