

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BIO INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG
(*TERMINALIA CATAPPA*) PADA KETAHANAN KOROSI
BAJA ASTM A36 HASIL PROSES PENGELASAN
DALAM MEDIA AIR GAMBUT**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau*



Disusun Oleh:

RIO KURNIA MAHMUDI

16.331.0574

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BIO INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG
(*TERMINALIA CATAPPA*) PADA KETAHANAN KOROSI
BAJA ASTM A36 HASIL PROSES PENCIELASAN DALAM
MEDIA AIR GAMBUT**

Disusun Oleh :

RIO KURNIA MAHMUDI

163310574

Disetujui Oleh :

Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., MT
Dosen Pembimbing


Tanggal : 29 - 02 - 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH BIO INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG
(*TERMINALIA CATAPPA*) PADA KETAHANAN KOROSI
BAJA ASTM A 101 HASIL PROSES PENGELASAN DALAM
MEDIA AIR GAMBUT

Disusun Oleh :

RIO KURNIA MAHMUDI

163310574

Disahkan Oleh :

MENGETAHUI

PEMBIMBING

Ketua Prodi Teknik Mesin



JHONNI RAHMAN, B.Eng., M.Eng., Ph.D
NIDN : 1009038504



Dr. KURNIA HASTUTI, S.T., M.T
NIDN : 1008057102

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Rio Kurnia Mahmudi

NPM : 163310574

PROGRAM STUDI : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul "**Pengaruh Bio Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Pada Ketahanan Korosi Baja ASTM A36 Hasil Proses Pengelasan Dalam Media Air Gambut**" yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah dipublikasikan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila di kemudian hari ada yang merasa dirugikan dan atau menuntut karena penelitian ini menggunakan sebagian hasil tulisan atau karya orang lain tanpa mencantumkan nama penulis yang bersangkutan, atau terbukti karya ilmiah ini **bukan** karya saya sendiri atau **plagiat** hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pekanbaru, 18 Januari 2022



Rio Kurnia Mahmudi

163310574

**PENGARUH BIO INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG
(*TERMINALIA CATAPPA*) PADA KETAHANAN KOROSI BAJA ASTM
A36 HASIL PROSES PENGELASAN DALAM MEDIA KOROSI AIR
GAMBUS**

Nama Mahasiswa : Rio Kurnia Mahmudi
NPM : 163310574
Jurusan : Teknik Mesin
Dosen Pembimbing : Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT.

ABSTRAK

Baja ASTM A36 merupakan jenis material umum yang digunakan pada struktur atau konstruksi umum seperti pada konstruksi jembatan, tangki minyak, pipa, pelat lambung kapal dan lain-lain. Penggunaan material pada air gambut dapat menyebabkan terjadinya korosi lebih cepat, terutama pada daerah pengelasan. Pengelasan merupakan proses penyambungan setempat dari logam dengan menggunakan energi panas. Akibat panas maka logam di sekitar lasan akan mengalami siklus termal yang menyebabkan terjadinya perubahan pada struktur mikro, sehingga akan berpengaruh terhadap sifat mekanik seperti kekuatan dan ketahanan korosi dari hasil pengelasan tersebut. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi pada logam salah satunya dengan penambahan inhibitor korosi. Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik. Daun ketapang merupakan salah satu jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi karena mengandung tanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi bio inhibitor ekstrak daun ketapang pada laju korosi baja ASTM A36 dalam media air gambut. Metode pengukuran laju korosi yang digunakan adalah metode kehilangan berat. Komposisi bio inhibitor digunakan sebanyak 0, 250, 500, 750, 1000, dan 1250 ppm dengan variasi waktu pemendaman selama 5, 10, 15, dan 25 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju korosi menurun dengan penambahan jumlah konsentrasi inhibitor dan laju korosi akan semakin naik dengan penambahan waktu perendamannya. Nilai laju korosi terendah yang terjadi pada material pengelasan pada waktu 5 hari terjadi pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,0820 mm/y dan pada material tanpa pengelasan terjadi pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,0656 mm/y, pada material pengelasan pada waktu 10 hari terjadi pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,0984 mm/y dan pada material tanpa pengelasan pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,0820 mm/y, pada material pengelasan pada waktu 15 hari terjadi pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,1231 mm/y dan pada material tanpa pengelasan pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,1067 mm/y, pada material pengelasan pada waktu 25 hari terjadi pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,1887 mm/y dan pada material tanpa pengelasan pada konsentrasi 750 ppm yaitu 0,1313 mm/y. Nilai efisiensi inhibitor tertinggi pada material pengelasan terjadi pada konsentrasi 1000 ppm dengan waktu perendaman selama 15 hari yaitu 41,64% dan pada material tanpa pengelasan terjadi pada konsentrasi 750 ppm dengan waktu perendaman selama 5 hari yaitu 38,70%.

Kata kunci: Baja ASTM A36, Pengelasan, Laju korosi, Ekstrak daun ketapang, Tanin.

**THE EFFECT OF BIO INHIBITORS OF KETAPANG LEAF EXTRACT
(TERMINALIA CATAPPA) ON CORROSION RESISTANCE OF ASTM A36
STEEL RESULTS IN THE WELDING PROCESS IN PEAT WATER
CORROSION MEDIA**

Student Name : Rio Kurnia Mahmudi
NPM : 163310574
Majoring : Mechanical Engineering
Supervisor : Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT.

ABSTRACT

ASTM A36 steel is a common type of material used in general structures or constructions such as bridge construction, oil tanks, pipes, hull plates and others. The use of materials in peat water can cause corrosion to occur more quickly, especially in the welding area. Welding is a local joining process of metal using heat energy. Due to heat, the metal around the weld will experience a thermal cycle which causes changes in the microstructure, so that it will affect the mechanical properties such as strength and corrosion resistance of the welding results. Various ways have been done to reduce the corrosion rate on metals, one of which is the addition of corrosion inhibitors. Generally, corrosion inhibitors come from organic and inorganic compounds. Ketapang leaf is one type of plant that can be used as a corrosion inhibitor because it contains tannins. This study aims to determine the effect of bio-inhibitor composition of ketapang leaf extract on the corrosion rate of ASTM A36 steel in peat water media. The corrosion rate measurement method used is the weight loss method. The composition of the bio-inhibitor used was 0,250, 500, 750, 1000, and 1250 ppm with variations in immersion time of 5, 10, 15, 20, and 25 days. The results showed that the value of the corrosion rate decreased with the addition of the concentration of the inhibitor and the corrosion rate would increase with the addition of the immersion time. The lowest corrosion rate value that occurs in the welding material within 5 days occurs at a concentration of 750 ppm, which is 0.0820 mm/y and in the non-welding material occurs at a concentration of 750 ppm, which is 0.0656 mm/y, in the welding material at a time of 10 days. occurred at a concentration of 750 ppm that is 0.0984 mm/y and in non-welded materials at a concentration of 750 ppm that is 0.0820 mm/y, on welding materials for 15 days occurred at a concentration of 750 ppm that was 0.1231 mm/y and at the material without welding at a concentration of 750 ppm is 0.1067 mm/y, on the welding material at a concentration of 750 ppm it occurs at a concentration of 750 ppm that is 0.1887 mm/y and on the material without welding at a concentration of 750 ppm that is 0.1313 mm/y . The highest inhibitor efficiency value in the welding material occurred at a concentration of 1000 ppm with an immersion time of 15 days, namely 41.64% and in the material without welding it occurred at a concentration of 750 ppm with an immersion time of 5 days, namely 38.70%.

Keywords: ASTM A36 steel, Welding, Corrosion rate, Ketapang leaf extract, Tannins.

KATA PENGANTAR

Assalamu'allaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul "**PENGARUH BIO INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*) PADA KETAHANAN KOROSI BAJA ASTM A36 HASIL PROSES PENGELASAN DALAM MEDIA KOROSI AIR GAMBUT**" dengan baik sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 (S1) Teknik Mesin. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orangtua penulis bapak Tarim dan ibunda Syafrida Anim yang tidak henti-hentinya membantu baik do'a maupaun materi.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Rafil Arizona, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.
6. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.
7. Teman-teman seperjuangan teknik mesin yang sudah membantu saya dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Akhir kata, dengan segala penuh harapan semoga proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Wassalamu'allaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, 18 Januari 2022

Rio Kurnia Mahmudi
163310574

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematikan Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Baja.....	5
2.1.1 Baja Karbon	5
2.1.2 Baja Paduan	6
2.1.3 Baja ASTM A36	6
2.2 Pengelasan.....	7
2.2.1 Jenis – Jenis Pengelasan.....	8
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pengelasan	9
2.2.3 Pengelasan SMAW	10
2.2.4 Kumpul Pengelasan.....	11
2.3 Korosi.....	13
2.3.1 Mekanisme Terjadinya Korosi.....	13
2.3.2 Jenis – Jenis Korosi.....	14
2.3.3 Prinsip Dasar Korosi	18
2.3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Korosi	20
2.3.5 Laju korosi	21
2.4 Air Gambut	23
2.5 Inhibitor.....	25

2.6	Daun Ketapang.....	28
2.6.1	Senyawa Tanin.....	29
2.6.2	Ekstrak Daun Ketapang Sebagai Inhibitor Korosi	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.2	Alat dan Bahan.....	33
3.2.1	Alat.....	33
3.2.2	Bahan	37
3.3	Langkah-Langkah Melakukan Pengujian	39
3.3.1	Persiapan Spesimen.....	39
3.3.2	Pengujian Komposisi Material (<i>Spectrometry</i>).....	40
3.3.3	Pembuatan Bak Pengujian Korosi.....	41
3.3.4	Persiapan Media korosif.....	41
3.3.5	Pembuatan Inhibitor.....	41
3.3.6	Analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR)	42
3.3.7	Analisa Data Kehilangan Berat Spesimen	42
3.3.8	Perhitungan Laju Korosi	44
3.3.9	Perhitungan Efisiensi Inhibitor	45
3.4	Diagram Alir	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Tingkat Keasaman	47
4.2	Kandungan Tanin Ekstrak Daun Ketapang.....	47
4.3	Analisa FTIR (<i>Fourierd Transfrom Infrared</i>)	48
4.4	Kehilangan Berat	49
4.5	Laju Korosi	52
4.6	Perhitungan Efisiensi Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang	56
KESIMPULAN DAN SARAN		60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plat Baja ASTM A36	7
Gambar 2.2 Skema Proses Pengelasan SMAW	11
Gambar 2.3 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada Butt Joints.....	12
Gambar 2.4 Macam-macam Sambungan T (Fillet) joint	12
Gambar 2.5 Sambungan corner joint	13
Gambar 2.6 Mekanisme terjadinya korosi	14
Gambar 2.7 Korosi seragam (uniform corrosion)	15
Gambar 2.8 Korosi Galvanik (galvanic corrosion)	15
Gambar 2.9 Korosi celah (crevice corrosion)	16
Gambar 2.10 Korosi sumuran (pitting corrosion)	16
Gambar 2.11 Korosi retak tegang (stress corrosion cracking).....	17
Gambar 2.12 Korosi batas butir (intergranular corrosion).....	17
Gambar 2.13 Korosi erosi (erosion corrosion)	18
Gambar 2.14 Syarat terjadinya reaksi korosi	20
Gambar 2.15 Korosi pada pipa air gambur	24
Gambar 2.16 Daun ketapang.....	28
Gambar 2.17 Struktur inti tanin ketapang	30
Gambar 3.1 Kertas <i>indicator universal</i>	33
Gambar 3.2 Gelas ukur	34
Gambar 3.3 Timbangan digital	34
Gambar 3.4 Gerinda potong	34
Gambar 3.5 Jangka sorong	35
Gambar 3.6 Mesin las SMAW	35
Gambar 3.7 Elektroda AWS E6013	35
Gambar 3.8 Blender	36
Gambar 3.9 Baskom.....	36
Gambar 3.10 Kertas saring.....	36
Gambar 3.11 <i>Rotary vacuum evaporator</i>	37
Gambar 3.12 <i>Fourier transform infrared (FTIR)</i>	37

Gambar 3.13 Daun ketapang.....	38
Gambar 3.14 Air Gambut.....	38
Gambar 3.15 Ethanol 70%	38
Gambar 3.16 Aquades.....	39
Gambar 3.17 Baja ASTM A36.....	39
Gambar 3.18 Sketsa ukuran spesimen uji	39
Gambar 3.19 Sketsa kampuh V.....	40
Gambar 3.20 Sketsa bak pengujian.....	41
Gambar 3.21 Diagram Alir	46
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran (pH) air gambut menggunakan kertas <i>indicator universal</i>	47
Gambar 4. 2 Pengujian tannin.....	48
Gambar 4. 3 Hasil FTIR pada inhibitor ekstrak daun ketapang.....	49
Gambar 4. 4 Grafik kehilangan berat berdasarkan kosentrasi inhibitor dengan waktu a) pengelasan b) tanpa pengelasan	51
Gambar 4. 5 Sketsa spesimen uji (a) pengelasan, (b) tanpa pengelasan.....	52
Gambar 4. 6 Grafik laju korosi terhadap kosentrasi inhibitor dan waktu perendaman a) Pengelasan b) tanpa pengelasan	55
Gambar 4. 7 Grafik efisiensi inhibitor terhadap kosentrasi inhibitor dan waktu perendaman a) pengelasan b) tanpa pengelasan.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia pada baja ASTM A36.....	7
Tabel 2.2 Standar laju korosi yang diizinkan.....	23
Tabel 2.3 Klasifikasi tanaman ketapang (<i>Terminalia catappa</i>).....	28
Tabel 3.1 Komposisi pada baja ASTM A36.....	40
Tabel 3.2 Komposisi pada elektroda AWS E6010.....	40
Tabel 3.3 Nilai laju korosi pada setiap spesimen.....	45
Tabel 4.1 Data kehilangan berat spesimen pengelasan.....	50
Tabel 4.2 Nilai laju korosi pada setiap spesimen.....	54
Tabel 4.3 Efisiensi inhibitor.....	57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja ASTM A36 merupakan jenis material umum yang digunakan pada struktur atau konstruksi umum. Seperti pada konstruksi jembatan, tangki minyak, pipa, pelat lambung kapal dan lain-lain. Baja ASTM A36 termasuk pada jenis baja memiliki kadar karbon rendah dengan komposisi kimia yang terdiri dari karbon (C), Mangan (Mn), Sulfur (S), Fosfor (F), Silikon (Si).

Pengelasan merupakan proses penyambungan setempat dari logam dengan menggunakan energi panas. Akibat panas maka logam di sekitar lasan akan mengalami siklus termal yang menyebabkan terjadinya perubahan pada struktur mikro, sehingga akan berpengaruh terhadap sifat mekanik seperti kekuatan dan ketahanan korosi dari hasil pengelasan tersebut (Putra, D. K., & Anggono, A. D, 2017). Panas pengelasan yang diterima akan mempengaruhi struktur mikro yang akan terbentuk. Lingkungan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju korosi, pada lingkungan yang memiliki pH tinggi, laju korosi secara umum akan menjadi lebih cepat. Kelembaban udara, air hujan, lumpur, benturan atau gesekan dengan benda lain yang menyebabkan lapisan pelindung terkelupas merupakan salah satu rusaknya pelindung metal sehingga akan mempercepat proses korosi.

Beberapa cara pencegahan korosi dapat dilakukan diantaranya dengan pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, dan penambahan inhibitor korosi. Sejauh ini penambahan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah laju korosi karena dalam penggunaannya memerlukan biaya relatif murah dan prosesnya sederhana (Ilim dan Hermawan, 2008). Inhibitor korosi dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi lingkungan terhadap logam. Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik (Aidil dan Shams, 1972). Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang

diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Penggunaan inhibitor dari senyawa anorganik seperti nitrit, kromat, fosfat telah banyak digunakan. Tetapi penggunaan inhibitor tersebut tidak ramah lingkungan sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan inhibitor korosi yang ramah lingkungan (Ammer, et al., 2000). Inhibitor yang ramah lingkungan adalah inhibitor organik yang berasal dari bahan-bahan alami salah satunya adalah ekstrak daun ketapang.

Rochmat dkk. (2019) melakukan penelitian uji tanin daun ketapang sebagai inhibitor korosi dengan menggunakan ekstraksi ultrasonik dengan pelarut etanol 95% dan dihasilkan rendemen tanin sebesar 4.85%. Pembuatan *coating* yang dipadukan antara silika dan tanin daun ketapang dengan komposisi 50:50 dan konsentrasi *waterglass* 50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *coating* tanin dan *waterglass* dapat menurunkan laju korosi.

Pemanfaatan inhibitor organik juga dilakukan oleh Shidiq (2017). Pada penelitian ini ekstrak rimpang jahe diaplikasikan untuk menghambat laju korosi pada baja ST-41 yang digunakan sebagai pipa minyak pada media tanah biasa dengan pH 6.96.

Provinsi Riau dengan kondisi tanah gambut pada sebagian daerahnya memerlukan kajian korosi tersendiri. Keberadaan tanah gambut menyebabkan dapat mempercepat laju korosi. Gumelar (2017) melakukan penelitian tentang korosi baja API 5L Grade B yang digunakan sebagai pipa minyak pada media tanah gambut. Pencegahan korosi dilakukan dengan metode proteksi katodik. Penggunaan anoda korban dapat menurunkan laju korosi.

Pada penelitian ini baja ASTM A36 akan dilas dan dilapisi dengan ekstrak daun ketapang. Pengamatan laju korosi dilakukan dengan mengambil data kehilangan berat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang ditentukan adalah:

1. Bagaimana pengaruh pengelasan plat baja ASTM A36 pada laju korosi?
2. Apakah inhibitor ekstrak daun ketapang dapat menurunkan laju korosi pada media air gambut?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan laju korosi pada baja ASTM A36 yang dilakukan pengelasan pada media air gambut.
2. Mendapatkan pengaruh penambahan inhibitor terhadap laju korosi pada material baja ASTM A36 yang dilakukan pengelasan.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa faktor yang tidak bisa dikontrol sehingga dapat mempengaruhi pengambilan dan analisis data dalam penelitian ini. Oleh karena itu perlu diberikan batasan-batasan agar mudah dalam menganalisa permasalahan diatas, yaitu sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah plat baja ASTM A36.
2. Material uji yang digunakan adalah proses pengelasan dan tanpa pengelasan.
3. Medium korosif yang digunakan adalah air gambut.
4. Inhibitor yang digunakan adalah inhibitor dari ekstrak daun ketapang.
5. Lama waktu perendaman adalah 5, 10, 15, 25 hari.
6. Pengelasan yang digunakan adalah tipe SMAW kampuh V dengan elektroda AWS E6013.

1.5 Sistematikan Penulisan

Agar penyusunan laporan ini dapat dipahami maka penulis menyusun bagian-bagian tersebut antara lain sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Mengulas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUN PUSTAKA

Menguraikan dasar teori yang dipakai dalam pembahasan atau penyelesaian yang berhubungan langsung dengan pemecahan masalah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang langkah atau metode yang dipakai dalam penelitian.

BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil data dan pembahasan tentang laju korosi yang terjadi pada baja ASTM A36 yang dilakukan pengelasan dengan media air gambut dan pengaruh penambahan inhibitor alami terhadap laju korosinya tersebut.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan didapatkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja

Baja merupakan logam paduan dimana besi sebagai unsur dasar yang dicampur dengan unsur-unsur lainnya, termasuk unsur karbon. Baja sering digunakan dalam Industri maupun dalam lingkungan masyarakat. Menurut komposisi kimianya, baja dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: Baja karbon dan Baja paduan.

2.1.1 Baja Karbon

Baja karbon (*carbon steel*) merupakan baja yang tersusun dari unsur besi dan karbon. Karbon merupakan unsur penguat besi yang efektif dan murah, oleh karena itu umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Baja karbon digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) atau *mild steel* merupakan baja dengan kandungan karbon $< 0.25\%$. Baja karbon rendah mempunyai keuletan yang tinggi dan mudah di-machining. Baja ini sering digunakan sebagai pagar pintu rumah, body mobil, dan pipa saluran.

2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) merupakan baja dengan kandungan karbon $0,25\% - 0,6\%$. Baja karbon menengah dapat dinaikkan sifat mekaniknya melalui perlakuan panas *austenizing*, *quenching*, dan *tempering*. Baja karbon menengah lebih kuat dari baja karbon rendah dan lebih sulit untuk dibengkokkan, dilas, dan dipotong daripada baja karbon rendah. Baja ini sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan perangkat mesin seperti roda gigi, poros, dan crankshaft.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) merupakan baja yang mengandung kandungan karbon $0,6\% - 1,7\%$. Baja karbon tinggi lebih

kuat, lebih keras, lebih getas, lebih sulit untuk dibengkokkan, dilas, dan dipotong dari pada baja karbon menengah. Baja ini sering digunakan untuk gergaji, perkakas potong, pisau cukur, pegas, dan rel kereta api.

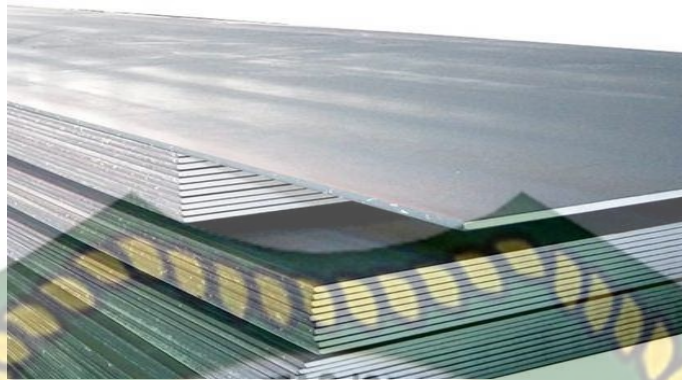
2.1.2 Baja Paduan

Baja paduan (*alloy steel*) merupakan baja yang ditambah unsur paduan lain selain karbon agar didapatkan sifat-sifat khusus, seperti kekuatan, ketahanan terhadap karat, kemampuan las, dan lainnya. Jenis unsur yang biasa dipadukan, antara lain *manganese, silicon, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, cobalt*, dan lainnya. Penambahan unsur lain tersebut ada dalam persentase yang kecil, biasanya lebih kecil dari unsur karbon. Menurut kadar paduannya dapat dibagi menjadi:

1. Baja paduan rendah (*low alloy steel*), jika elemen paduan $\leq 2.5\%$ misalnya unsur Cr, Mn, S, Si, P dan lain-lain. Baja ini sering digunakan pada pembuatan kapal, jembatan, roda kereta api, ketel uap, tangki gas, dan pipa gas.
2. Baja paduan menengah (*medium alloy steel*), jika elemen paduannya 2.5% – 10% misalnya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, P, dan lain-lain. Baja ini sering digunakan untuk pembuatan alat ukur rol, dan gunting plat.
3. Baja paduan tinggi (*high alloy steel*) jika elemen paduannya $> 10\%$ misalnya unsur Cr, Mn, Si, S, P, dan lain-lain. Baja ini biasanya digunakan pada pembuatan bearing, baja pegas, cutting tools, frog rel kereta api dan mesin perkakas.

2.1.3 Baja ASTM A36

Baja ASTM A36 merupakan jenis baja karbon rendah (*mild steel*) yang mempunyai sifat kekerasan yang cukup kuat dan mudah untuk dilakukan pengelasan (*welding*). Baja ini sering digunakan pada konstruksi bangunan, tanki, maupun pipa penyaluran. Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah baja ASTM A36 yang digunakan sebagai pipa penyaluran air pada PDAM. Baja ASTM A36 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Plat Baja ASTM A36

(<http://www.arthakarya.co.id/product/plat-besi-plat-baja-hitam-p738640.aspx>)

Pada baja ASTM A36 mempunyai komposisi material dan mechanic property yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia pada baja ASTM A36

Komposisi (%)	Tebal Plat (mm)				
	≤ 20	20 – 40	40 - 65	65 – 100	> 100
Karbon (C) max	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Mangan (Mn)	0.18 - 1.20	0.08 - 1.20	0.08 - 1.20
Fosfor (P) max	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur (S) max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon (Si) max	0.04 max	0.04 max	0.15 - 0.40	0.15 - 0.40	0.15 - 0.40
Tembaga (Cu), Jika ditentukan	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Sumber: Sucipto Riadi Limbong (2016)

2.2 Pengelasan

Pengelasan (*welding*) merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan sumber energi panas dari aliran listrik maupun api dari pembakaran gas. Fungsi dari pengelasan selain dapat menyambungkan logam, pengelasan juga berfungsi untuk mendapatkan kekuatan sambungan logam yang melebihi dari sifat mekanik logam induknya yaitu kekuatan tarik, kekerasan, dan ketangguhan.

2.2.1 Jenis – Jenis Pengelasan

Di dalam pengelasan terdapat beberapa tipe atau cara las yang satu diantaranya memiliki beberapa perbedaan, yaitu:

1. SMAW
SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) merupakan proses pengelasan busur listrik dengan energi listrik yang dirubah menjadi energi panas untuk melelehkan elektroda dan benda kerja.
2. GMAW
GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan proses pengelasan busur listrik dengan menggunakan bahan tambahan berupa kawat gulungan dan gas pelindung dalam proses pengelasannya. Fungsi gas pelindung sebagai perlindungan dari proses oksidasi karena pengaruh udara luar yang dapat berpengaruh pada kualitas las. Jenis pengelasan ini terbagi menjadi 2 yaitu MIG (*Metal Inert Gas*) dan MAG (*Metal Active Gas*). Untuk MIG menggunakan jenis gas mulia sebagai pelindung yaitu Argon, Helium dan campuran keduanya, sedangkan untuk MAG menggunakan gas CO.
3. OAW
OAW (*Oxy Acetylene Welding*) merupakan proses pengelasan yang sumber panasnya dihasilkan dari campuran gas oksigen (O_2) dan asetilen (C_2H_2) yang dibakar.
4. GTAW
GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) merupakan jenis pengelasan elektroda tidak terumpan, artinya elektroda hanya sebagai penghasil busur dan tidak ikut mencair. Untuk jenis elektrodanya adalah wolfram atau tungsten, sebagai pelindung lasannya menggunakan gas Argon, Helium dan campuran keduanya.

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pengelasan

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam mengelas logam adalah komposisi kimianya, sifat-sifat fisiknya, strukturnya, proses pemanasannya dan sebagainya.

Pada umumnya logam yang dapat dilas adalah antara lain sebagai berikut:

1. Pengelasan Baja

Pengelasan pada baja akan berpengaruh buruk apabila logam baja mengandung banyak kadar fosfor dan belerang yang akan menyebabkan kerapuhan dan keropos didaerah lasan. Logam baja yang mengandung banyak kadar fosfor dan belerang dapat dilihat dari potongan-potongan logam yang dilas dimana pada logam akan terdapat suatu inti yang berwarna gelap jika dibandingkan dengan warna pada pinggir potongan logam yang dilas (kampuh V).

2. Pengelasan Besi Tuang

Besi tuang biasanya mengandung kadar karbon sekitar 2,5 - 3,5 % dan mempunyai sifat yang rapuh dan regangan serta penyusutannya rendah. Besi tuang apabila dipanaskan pada bagian tertentu kemungkinan pada bagian yang lain akan retak, sehingga saat pengelasan besi tuang harus terlebih dahulu dipanaskan pada dapur pemanas atau kompor gas untuk mencegah terjadinya keretakan pada bagian yang lain.

3. Pengelasan Tembaga

Tembaga murni berwarna merah muda yang mempunyai sifat liat dan mudah regang dengan titik cair tembaga lebih kurang 1.080 °C. Pengelasan tembaga biasanya sangat sulit dan hasilnya keropos karena tembaga yang mencair sangat mudah kemasukan zat cair, sehingga sewaktu bahan cair membeku lubang-lubang cair menjadi kosong dan meninggalkan bekas-bekas yang berupa lubang-lubang yang dilas.

4. Pengelasan Perunggu

Logam perunggu adalah perpaduan antara tembaga dan timbal serta unsur tambahan lainnya. Pada umumnya paduan perunggu terdiri dari

87% tembaga, 9% timbel, 2% seng dan 2% timah. Perunggu fosfor adalah paduan tembaga dan timbal dengan campuran fosfor sekitar 0,5% - 0,8% sehingga membuat perunggu mempunyai sifat yang keras, liat dan mudah dicairkan. Perunggu mangan adalah paduan tembaga dan timbal yang bercampur dengan unsur mangan sekitar 10% dan tahan terhadap air laut, logam perunggu ini sangat mudah untuk dilas dengan menggunakan elektroda perunggu dari bahan perunggu fosfor atau perunggu mangan.

5. Pengelasan Kuningan

Kuningan adalah campuran yang mengandung kadar seng $\leq 35\%$, jika kadar seng semakin sedikit maka akan semakin mudah proses pengelasannya. Saat proses pengelasan kuningan, diharapkan tidak menghirup uapnya yang sangat berbahaya bagi kesehatan karna mengandung seng. Uap ini juga sangat mengganggu karena akan menutupi gas dalam kampuh las sehingga dibutuhkan penghisap uap untuk menghilangkan uapnya.

6. Pengelasan Aluminium

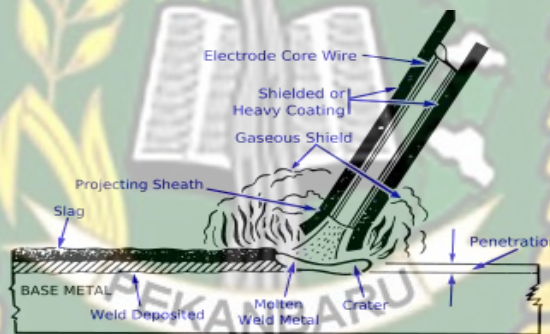
Proses pengelasan logam aluminium diperlukan elektroda yang khusus dengan tetesan cairan elektroda yang kecil, untuk menghasilkan pengelasan yang baik maka posisi elektroda dibuat tegak terhadap logam yang dilas dengan membuat busur nyala yang pendek dan gerakan maju yang cepat tanpa gerakan ayun.

2.2.3 Pengelasan SMAW

Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang sering juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).

Panas yang dihasilkan dapat mencapai $4000\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $4500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam yaitu AC (Arus

bolak balik) dan DC (Arus searah). Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, dan terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan pengelasan harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan 1,5 dikali diameter elektroda yang dipakai. Pada penelitian ini jenis las yang digunakan adalah Pengelasan SMAW dengan elektroda AWS E6013. Skema proses pengelasan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Proses Pengelasan SMAW

(<https://sites.google.com/site/duniawelding/tentang-smaw>)

2.2.4 Kampuh Pengelasan

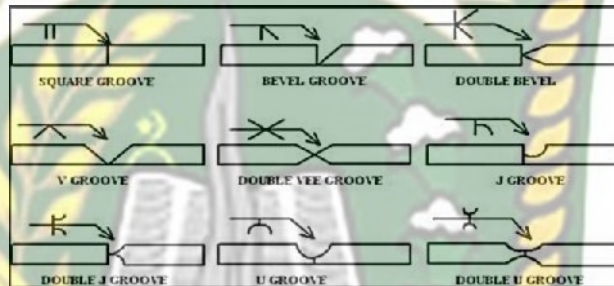
Kampuh las merupakan bagian dari logam induk yang akan diisi oleh logam las, kampuh las awalnya adalah berupa kubungan las yang kemudian diisi dengan logam las. Sambungan las dengan menggunakan alur kampuh dikategorikan kedalam sambungan las tumpul. Sambungan las tumpul adalah jenis sambungan paling efisien.

Jenis Sambungan Pengelasan adalah tipe sambungan material atau plat yang digunakan untuk proses pengelasan. Jenis sambungan las mempunyai beberapa

macam yang menjadi jenis sambungan utama yaitu Butt Joint, Fillet (T) Joint, Corner Joint, Lap Joint dan Edge Joint.

1. Butt Joint

Sambungan butt joint adalah jenis sambungan tumpul, dalam aplikasinya jenis sambungan ini terdapat berbagai macam jenis kapuh atau groove yaitu V groove (kapuh V), single bevel, J groove, U Groove, Square Groove. Jenis sambungan ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.

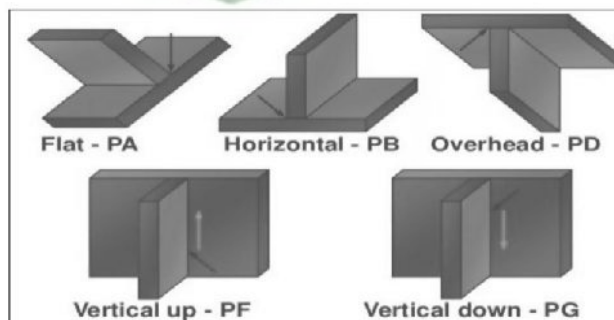


Gambar 2.3 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada Butt Joints

[\(https://www.pengelasan.net/sambungan-las/\)](https://www.pengelasan.net/sambungan-las/)

2. T (Fillet) Joint

T Joint adalah jenis sambungan yang berbentuk seperti huruf T, tipe sambungan ini banyak diaplikasikan untuk pembutan konstruksi atap, konveyor dan jenis konstruksi lainnya. Untuk tipe groove juga terkadang digunakan untuk sambungan fillet adalah double bevel, namun hal tersebut sangat jarang kecuali pelat atau materialnya sangat tebal. Sambungan T dapat dilihat pada Gambar 2.4.

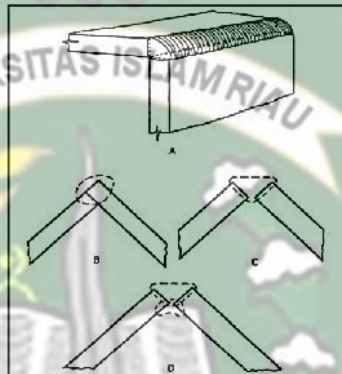


Gambar 2.4 Macam-macam Sambungan T (Fillet) joint

[\(https://www.pengelasan.net/sambungan-las/\)](https://www.pengelasan.net/sambungan-las/)

3. Corner Joint

Corner Joint mempunyai desain sambungan yang hampir sama dengan T Joint, namun yang membedakannya adalah letak dari materialnya. Pada sambungan ini materialnya yang disambung adalah bagian ujung dengan ujung. Ada dua jenis corner joint, yaitu close dan open. Corner joint dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sambungan corner joint

(<https://www.pengelasan.net/sambungan-las/>)

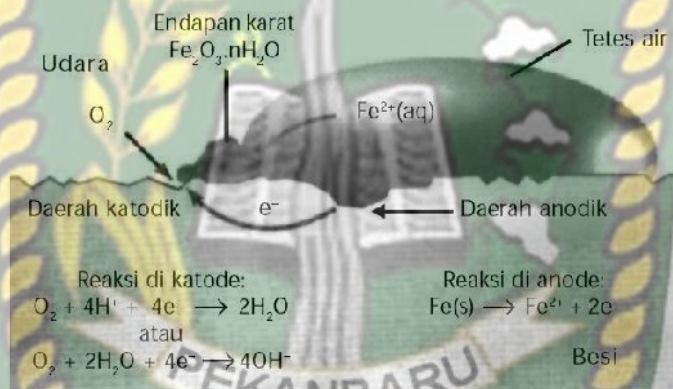
2.3 Korosi

Korosi merupakan penurunan kualitas logam yang disebabkan adanya reaksi kimia dengan unsur lain yang terdapat di alam, baik itu udara, air, tanah dan zat kimia seperti asam. Korosi merupakan masalah yang sering dijumpai pada industri dan kehidupan sehari-hari dan akan berbahaya apabila tidak ditangani secara cepat dan tepat. Lingkungan korosif memberikan pengaruh besar pada sifat mekanik dari logam. Sekitar 13% besi/baja baru digunakan setiap tahunnya untuk mengganti material yang terkorosi. Di Indonesia, pemerintah mengalokasikan 1 - 1.5% GDP (*Gross Domestic Production*) atau mencapai triliun rupiah dana yang dianggarkan untuk menangani korosi (Wahyuningsih, dkk. 2010:17).

2.3.1 Mekanisme Terjadinya Korosi

Mekanisme terjadinya korosi secara umum terjadi dalam suatu larutan yang diawali dari logam yang teroksidasi dan melepaskan elektron untuk membentuk

ion logam yang bermuatan positif. Larutan selanjutnya akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat ion H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Nurdin dkk, 1998). Proses ini terjadi bila ada reaksi setengah sel yang melepaskan elektron dan reaksi setengah yang menerima elektron tersebut. Kedua reaksi ini akan terus berlangsung sampai terjadi kesetimbangan dinamis, dimana jumlah elektron yang dilepas sama dengan jumlah elektron yang diterima. Mekanisme terjadinya korosi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Mekanisme terjadinya korosi

(<https://www.nafiun.com/2013/07/pengertian-korosi-penyebab-cara-pencegahan.html>)

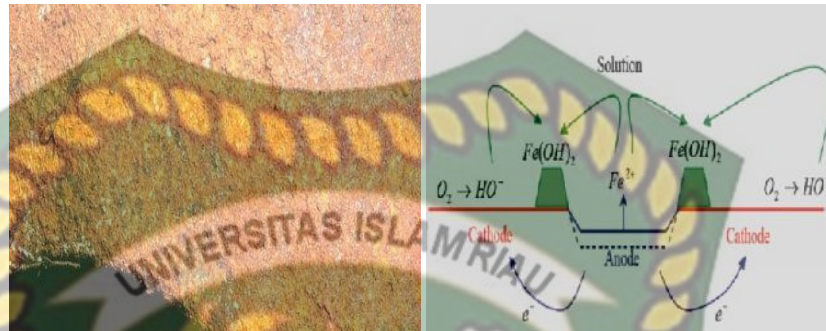
2.3.2 Jenis – Jenis Korosi

Ada beberapa jenis korosi baja yang umum ditemukan pada lingkungan industri maupun masyarakat, yaitu:

1. Korosi seragam (*uniform corrosion*)

Korosi seragam adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam/baja akibat reaksi kimia dengan dengan udara atau oksigen. Korosi seragam biasanya terjadi pada material yang memiliki permukaan yang halus dan homogenitas yang tinggi. Korosi jenis ini dapat dihindari dengan beberapa cara, yaitu: pemilihan material yang tepat, melakukan

pelapisan (*coating*) baik dengan cara inhibitasi, cathodic protection, dan dengan melakukan pelapisan cat. Korosi seragam dapat dilihat pada Gambar 2.7.

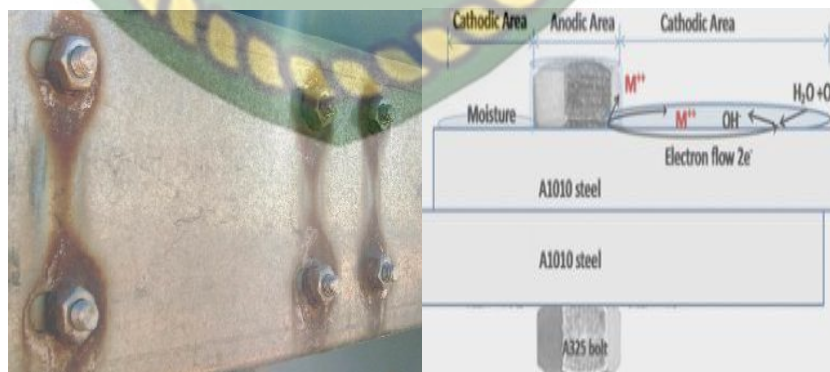


Gambar 2.7 Korosi seragam (uniform corrosion)

<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

2. Korosi galvanik (*galvanic corrosion*)

Korosi galvanik terjadi akibat adanya beda potensial antara dua logam yang terhubung secara elektrolit. Logam yang ketahanan korosinya kurang disebut anodik, sedangkan logam yang ketahanannya tinggi disebut katodik. Adapun korosi galvanik dapat dihindari dengan cara menghindari pemakaian dua jenis logam yang berbeda, pelapisan kedua logam, dan gunakan logam ketiga yang lebih anodik. Korosi galvanik dapat dilihat pada Gambar 2.8.

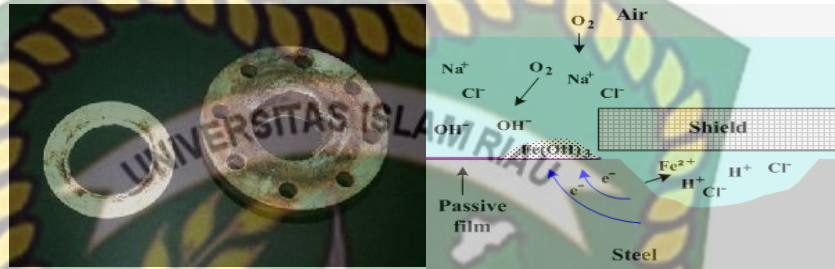


Gambar 2.8 Korosi Galvanik (galvanic corrosion)

<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

3. Korosi celah (*crevice corrosion*)

Korosi celah adalah korosi lokal yang sering terjadi pada celah atau daerah penggabungan antara dua logam yang sama. Korosi ini terjadi karena adanya larutan yang terjebak pada celah antara gabungan dua logam yang sama. Korosi celah bisa dilihat pada Gambar 2.9.

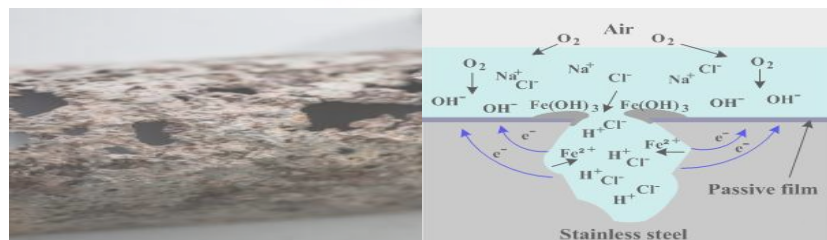


Gambar 2.9 Korosi celah (*crevice corrosion*)

<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

4. Korosi sumuran (*pitting corrosion*)

Korosi sumuran adalah korosi yang terjadi lubang-lubang pada logam. Jenis korosi ini sangat berbahaya karena sulit untuk mendeteksi dan mengukurnya secara kuantitatif. Korosi ini terjadi akibat cacat pada permukaan material yang mengakibatkan korosi sumuran. Pencegahan dari korosi sumuran dapat dilakukan dengan memilih material yang tahan terhadap korosi sumuran, hindari permukaan logam dari goresan atau cacat, dan memperhalus permukaan logam. Korosi sumuran dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Korosi sumuran (*pitting corrosion*)

<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

5. Korosi retak tegang (*stress corrosion cracking*)

Korosi retak tegangan (SCC) merupakan korosi yang disebabkan oleh tegangan tarik yang mengakibatkan retakan pada logam tegang. Pencegahan dari korosi retak tegang dengan cara mengurangi beban/tegangan pada material, dan pelapisan (*coating*). Korosi retak tegang bisa dilihat pada Gambar 2.11.

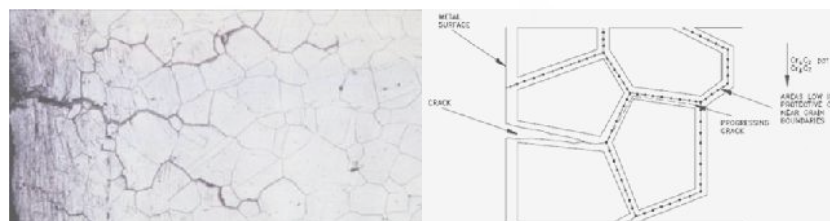


Gambar 2.11 Korosi retak tegang (stress corrosion cracking)

<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>

6. Korosi batas butir (*intergranular corrosion*)

Korosi batas butir adalah korosi yang terjadi disepanjang batas butir. Korosi ini terjadi akibat presipitasi dari kotoran seperti khromium disepanjang batas butir dan ketidakmurnian dibatas butir yang menyebabkan rentan terjadinya korosi. Pengendalian korosi ini dapat dilakukan dengan cara menurunkan kadar karbon dibawah 0.03%, menambahkan paduan yang dapat mengikat karbon, melakukan pendinginan cepat dari temperatur tinggi, dan hindari pengelasan. Korosi batas butir dapat dilihat pada Gambar 2.12.

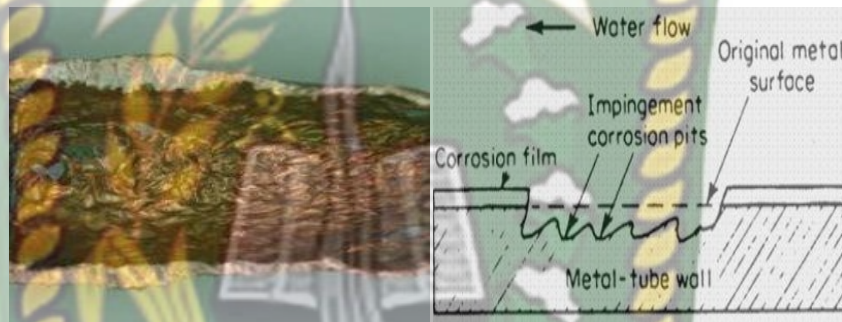


Gambar 2.12 Korosi batas butir (intergranular corrosion)

<http://teknoworld45.blogspot.com/2014/01/korosi-intergranular.html>

7. Korosi erosi (*erosion corrosion*)

Korosi erosi merupakan korosi yang terjadi akibat gerakan fluida korosif dengan permukaan logam. Faktor yang dapat mempengaruhi korosi ini adalah: persentase ketidakseimbangan material yang lebih anodik, area permukaan anodik dan katodik, temperatur, persentase larutan elektrolit, dan ketersediaan oksigen. Pencegahan korosi ini dapat dilakukan dengan pelapisan (*coating*) dengan permukaan yang keras, proteksi katodik, dan mengurangi kecepatan fluida. Korosi erosi dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Korosi erosi (*erosion corrosion*)

(<https://www.slideshare.net/adimasmc/macammacam-korosi>)

2.3.3 Prinsip Dasar Korosi

Reaksi korosi dapat dianggap sebagai berlangsungnya dua reaksi simultan, yaitu oksidasi logam pada anoda (melepas elektron) dan pengurangan zat di katoda (menerima elektron). Agar reaksi korosi dapat terjadi, harus memenuhi kondisi berikut:

1. Perbedaan potensial kimia harus ada antara lingkungan pada permukaan logam atau antara paduan logam dari komposisi yang berbeda.
2. Elektrolit harus ada untuk memberikan konduktivitas dan sumber bahan harus dikurangi pada katoda.
3. Jalur listrik melalui logam atau antara logam harus tersedia untuk memungkinkan aliran elektron. (Charng, 1982)

Korosi menurut Jones adalah reaksi kimia yang dihasilkan dari reaksi setengah sel yang mengakibatkan elektron sehingga menghasilkan suatu reaksi elektrokimia. Sedangkan proses korosi dapat terjadi jika ada tiga komponen utama dalam sel korosi (Jones, 1992). Sebagai berikut:

1. Logam atau Material

Didalam logam atau material itu sendiri terdapat 2 komponen penting dalam penentuan terjadinya reaksi korosi, yaitu:

a. Anoda

Anoda dapat didefinisikan sebagai bagian permukaan yang mengalami reaksi oksidasi atau terkorosi. Pada anoda, logam terlarut dalam larutan kemudian melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Reaksi suatu logam M dinyatakan dalam persamaan berikut:

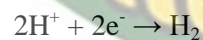


b. Katoda

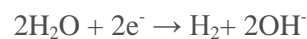
Katoda adalah elektroda yang mengalami reaksi reduksi dengan menggunakan elektron yang dilepaskan oleh anoda. Pada lingkungan air alam, proses yang sering terjadi adalah pelepasan O_2 dan reduksi O_2 .

Pelepasan H_2 dalam larutan asam dan netral.

Evolusi hidrogen/larutan asam:



Reduksi air/larutan netral /basa:

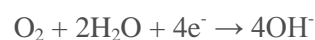


Reduksi oksigen terlarut dalam larutan asam dan netral.

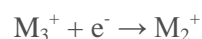
Reduksi oksigen/asam:



Reduksi oksigen/netral atau basa:



Reduksi ion logam yang lebih elektro negatif:



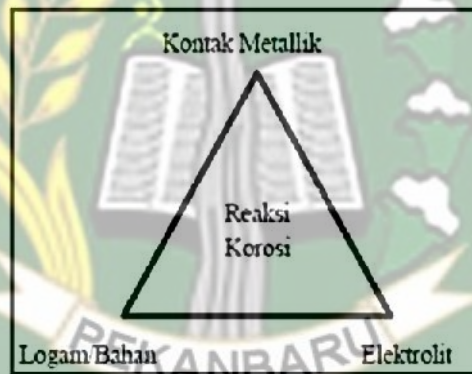
2. Elektrolit

Elektrolit menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan *electroequivalen force* sehingga reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak kandungan ion-ion dalam elektrolit maka semakin cepat elektrolit menghantarkan arus listrik.

3. Kontak metallik

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

Syarat terjadinya reaksi korosi antara logam/material, elektrolit, dan kontak metallik dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Syarat terjadinya reaksi korosi

(http://repository.its.ac.id/43955/1/2713100142_undergraduate_theses.pdf)

2.3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Korosi

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi, yaitu sebagai berikut:

1. Temperatur

Temperatur merupakan faktor penting dalam proses terjadinya korosi, di mana kenaikan temperatur akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Semakin tinggi temperatur maka semakin reaksi kimia yang akan mengakibatkan terjadinya korosi.

2. Kecepatan aliran fluida

Kecepatan aliran fluida dapat mempengaruhi terjadinya laju korosi. Karena semakin cepat aliran fluida maka akan merusak lapisan pada logam yang akan mengakibatkan terjadinya korosi.

3. Konsentrasi bahan korosif

Ini berhubungan dengan pH atau keasaman suatu larutan. Pada pH yang optimal maka korosi akan semakin cepat (mikroba).

4. Kadar oksigen

Oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada material. Semakin tinggi kadar oksigen pada suatu lingkungan maka reaksi oksidasi akan mudah terjadi sehingga akan terjadinya korosi.

5. Kelembapan udara

Kelembapan udara disekitar material akan mengakibatkan terjadinya korosi. Semakin tinggi kelembapan udara pada lingkungan makan akan semakin cepat laju korosi yang terjadi pada material.

2.3.5 Laju korosi

Laju korosi merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur ketahanan terhadap korosi pada material sehingga nantinya dapat diperkirakan kapan material tersebut dinyatakan layak dan kapan tidak layak. Metode yang umum yang dilakukan untuk pengukuran laju korosi adalah metode elektrokimia, metode kehilangan berat, metode pengurangan tahanan (Yusuf, 2008). Satuan yang biasa digunakan dalam perhitungan laju korosi adalah *mils per years (mpy)* . Satu mils sama dengan 0.001 inchi (Fontana, 1987).

Umumnya perhiitungan laju korosi menggunakan dua metode yaitu metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Penjelasan kedua metode tersebut sebagai berikut:

1. Metode Kehilangan Berat

Metode kehilangan berat merupakan perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini

menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi (Surbakti, 2017). Menurut standart ASTM internasional (2015) pengukuran laju korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$CR (mm/y) = \frac{k \times w}{A \times t \times \rho} \dots\dots\dots(Pers 2.1)$$

- Dimana :
- CR = Laju korosi (*mm/y*)
 - k = Konstanta laju korosi (8.76×10^4)
 - w = Massa yang hilang (*gram*)
 - A = Luas permukaan (cm^2)
 - t = Lama Perendaman (*jam*)
 - ρ = Massa jenis sampel uji ($gram/cm^3$)

Untuk mencari nilai kehilangan berat (W) dari logam yang telah terkorosi dengan cara melakukan kehilangan berat awal dan berat akhir atau dinyatakan dengan kehilangan berat. Mencari kehilangan berat dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta W = W_1 - W_2 \dots\dots\dots(Pers 2.2)$$

- Dimana :
- ΔW = Kehilangan berat (*gram*)
 - W_1 = Berat awal (*gram*)
 - W_2 = Berat akhir setelah pengujian (*gram*)

2. Metode Elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapatkan laju korosi yang terjadi. Kelemahan metode ini adalah tidak menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi hanya pada waktu tertentu saja. Kelebihan metode ini dapat

langsung mengetahui laju korosi pada saat di ukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama.

Rumus untuk menghitung laju korosi berdasarkan Hukum Faraday (ASTM G1-90) persamaannya sebagai berikut:

$$CR = K \frac{ai}{nD} \dots\dots\dots(Pers 2.3)$$

- Dimana :
- CR = Laju korosi (*mm/y*)
 - K = Konstanta, *mpy*=0.129 , *mm/y*= 0.00327
 - a = Besar atom metal (*gram/mol*)
 - i = Current density ($\mu A / cm^2$)
 - D = Massa jenis logam terkorosi (*gram/cm³*)

Ketahan terhadap korosi umumnya nilai laju korosi antara 1-200 mpy. Penggolong tingkat ketahanan berdasarkan laju korosi yang diizinkan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar laju korosi yang diizinkan

Relative Corrosion Resistance	Approximate Metric Equivalent				
	Mpy	mm/year	mm/yr	nm/yr	pm/sec
Oustanding	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
Excellent	1 – 5	0.02 - 0.1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
Good	5 – 20	0.1 - 0.5	100 – 500	10 – 50	5 - 20
Fair	20 – 50	0.5 – 1	500 – 1000	50 – 100	20 - 50
Poor	50 – 200	1 - 5	1000 – 5000	150 – 500	50 - 200
Unaccepteble	200+	5+	5000+	500+	200+

Sumber : Fontana (1987)

2.4 Air Gambut

Lahan gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah melapuk maupun yang belum. Lahan gambut sebagian besar berair. Lahan gambut mengandung asam humat yang dapat mempercepat

pelarutan Fe dan membentuk senyawa kompleks sehingga mempercepat laju korosi pada logam. Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat keasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3-5. Pada tanah gambut lebih banyak terdapat ion H^+ dari pada ion OH^- nya karena ion H^+ mempunyai sifat keasaman, sedangkan ion OH^- bersifat basa.

Tingginya keasaman tanah disebabkan oleh tingginya kandungan asam-asam organik, yaitu asam humat dan asam fulvat. lahan gambut banyak mengandung kadar air berkisar 100 - 1300 % dari berat keringnya. Air yang terkandung dalam tanah gambut memiliki keasaman yang tinggi dan memiliki kandungan organik yang tinggi.

Lahan gambut mempunyai sifat-sifat fisik yang kurang baik bagi keperluan konstruksi dan material logam, karna dapat mengakibatkan kerusakan pada material logam seperti korosi dan ketahanan material logam yang semakin berkurang. Korosi pada material dapat menyebabkan kerugian besar, seperti besarnya biaya maintenance dan pemborosan sumber daya mineral. Lahan gambut umumnya mempunyai tingkat keasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3-5 yang menyebabkan lingkungan menjadi korosif. Lingkungan korosif pada tanah gambut membuat pipa air dalam tanah ter korosi. Korosi pada pipa dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.15 Korosi pada pipa air gambur

<https://yudiprasetyo53.wordpress.com/2012/12/28/root-cause-failure-analysis-rcfa-pada-kebocoran-saluran-pipa>

2.5 Inhibitor

Inhibitor merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengurangi laju korosi pada logam. Secara khusus Inhibitor dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi lingkungan terhadap logam. Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik (Aidil dan Shams, 1972). Pada penggunaannya inhibitor digunakan dalam skala kadar yang sangat kecil (ukuran ppm) untuk mengendalikan laju korosi pada logam. Penggunaan inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, karena mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas (Terms dan Zahrani, 2006).

Menurut Indra Surya Dalimunthe (2004) mekanisme kerja dari inhibitor dapat dibagi menjadi:

- a. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam, dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya.
- b. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
- c. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, kemudian menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
- d. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya. Berdasarkan sifat korosi logam secara elektrokimia, inhibitor dapat

mempengaruhi polarisasi anodik dan katodik. Bila suatu sel korosi dapat dianggap terdiri dari empat komponen yaitu: anoda, katoda, elektrolit dan penghantar elektrolit, maka inhibitor korosi memberikan kemungkinan menaikkan polarisasi anodik, atau menaikkan polarisasi katodik atau menaikkan tahanan listrik dari rangkaian melalui pembentukan endapan tipis pada permukaan logam. Mekanisme ini dapat diamati melalui suatu kurva polarisasi hasil pengujian.

Menurut Pierre R. Roberge (1999) berdasarkan fungsi, inhibitor terbagi menjadi:

1. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik dapat memperlambat reaksi elektrokimia di anoda melalui pembentukan lapisan pasif di permukaan logam tersebut logam terlindungi dari korosi. Terdapat dua jenis inhibitor anodik, yaitu:

- a. *Oxydizing anions*, yang dapat membentuk lapisan pasif pada logam tanpa kehadiran oksigen. Contohnya antara lain kromat, nitrit, dan nitrat.
- b. *Non-oxydizing ions*, yang dapat membentuk lapisan pasif pada logam dengan kehadiran oksigen. Contohnya antara lain fosfat, tungstat, dan molybdat.

2. Inhibitor Presipitasi

Inhibitor presipitasi dapat membentuk presipitat di seluruh permukaan suatu logam yang berperan sebagai lapisan pelindung untuk menghambat reaksi anodik dan katodik logam tersebut secara tidak langsung. Contohnya dari inhibitor jenis ini adalah silikat dan fosfat.

3. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik dapat memperlambat reaksi katodik suatu logam dan membentuk presipitat di wilayah katoda yang dapat meningkatkan impedansi permukaan sekaligus membatasi difusi pereduksi untuk melindungi logam tersebut. Terdapat tiga jenis inhibitor katodik, yaitu:

- a. Racun katoda, dapat menghambat reaksi evolusi hidrogen. Contohnya seperti sulfida, selenida, arsenat, dan antimonat.
 - b. Presipitat katoda, dapat mengendap membentuk oksida sebagai lapisan pelindung pada logam. Contohnya seperti kalsium, seng, dan magnesium.
 - c. *Oxygen scavengers*, yang dapat mengikat oksigen terlarut sehingga mencegah reaksi reduksi oksigen pada katoda. Seperti hidrasin, natrium sulfit, dan hidroksil amin HCl.
4. Green Inhibitor

Saat ini pengembangan terhadap green inhibitor atau inhibitor alami sangat diperlukan. Inhibitor jenis ini sangat menguntungkan dunia industri dikarenakan harganya yang relatif tidak mahal dan pengaplikasiannya yang ramah lingkungan. Efektifitas inhibitor ini sangat bergantung kepada komposisi kimia yang dimilikinya, struktur molekul, dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Karena pembentukan lapisan merupakan proses adsorpsi, maka temperatur dan tekanan dalam sistem memegang peranan penting. Inhibitor organik akan teradsorpsi sesuai dengan muatan ion-ion inhibitor dan muatan permukaan.

Dalam penggunaan inhibitor dapat ditentukan efisiensi dari penggunaan inhibitor tersebut. Semakin besar efisiensi inhibitor tersebut maka akan semakin baik inhibitor tersebut untuk diaplikasikan kelapangan. Perhitungan efisiensi didapatkan melalui persentase penurunan laju korosi dengan adanya penambahan dibandingkan dengan laju korosi yang tanpa ditambahkan inhibitor. Perhitungan ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Inhibitor} = \frac{C_{Ro} - C_{Rinh}}{C_{Ro}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Pers 2.4})$$

Dimana : C_{Ro} = Laju korosi tanpa inhibitor
 C_{Rinh} = Laju dengan inhibitor

2.6 Daun Ketapang

Pohon ketapang adalah sejenis pohon tepi pantai yang rindang yang memiliki nama latin *Terminalia catappa*. Pohon ketapang merupakan tumbuhan asli Asia Tenggara. Saat ini pohon ketapang banyak ditanam dipemukiman masyarakat. Pohon ketapang kerap ditanam sebagai pohon peneduh di taman ataupun pinggir jalan. Pohon ketapang mempunyai bentuk cabang dan tajuk yang khas.

Daun ketapang memiliki ujung yang berbentuk bulat tumpul, mengkilap, kasar, dan berwarna hijau tua yang kemudian akan berubah menjadi kuning dan merah ketika akan gugur, daun ketapang yang gugur mempunyai aktivasi anti bakteri (Alfaida, 2013). Bagian tumbuhan ketapang khususnya daun ketapang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan pH air tawar dan menyerap zat-zat kimia yang terdapat pada air tawar. Daun ketapang bisa dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.16 Daun ketapang

(<https://review.bukalapak.com/hobbies/beragam-manfaat-daun-ketapang-untuk-kesehatan-tubuh-manusia-99175>)

Tumbuhan ketapang (*Terminalia catappa*) adalah termasuk familia Combretaceae, Menurut Backer (1963), dijelaskan bahwa tumbuhan Ketapang (*Terminalia catappa*) Klasifikasi tanaman ketapang bisa dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.3 Klasifikasi tanaman ketapang (*Terminalia catappa*)

Kingdom	Plantae (Tumbuhan)
Divisi	Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Class	Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
Ordo	Myrtales
Family	Combretaceae
Genus	Terminilia
Spesies	T. Cattapa

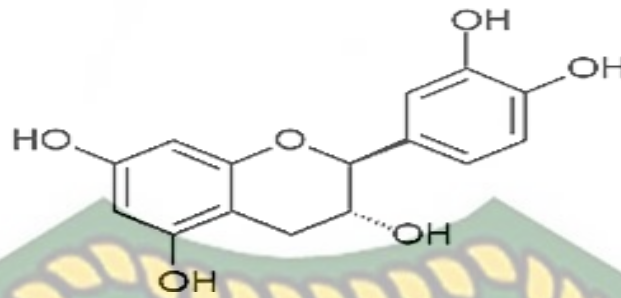
Sumber: Becker (1963)

Secara umum kandungan pada tumbuhan pohon ketapang adalah tannin (punnicalgin, punicalin, terflavin A dan B, tergalin, tercatin, asam chebulagic, geranin, granatin B, corilagin), flavonoid (isovitexin, vitexin, isoorintin, rintin) dan triterpenoid (Ahmed et al., 2005). Pada daun ketapang mengandung flavonoid, saponin, triterpen, diterpen, senyawa fenolik dan tanin (Pauly, 2001). Purwani (2015) menyatakan pohon ketapang adalah salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai antibakteri karena mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu tanin, flavonoid dan saponin. Tanin yang terkandung dalam daun ketapang sebanyak 10.57 mg/g (Annegowda et al, 2010).

2.6.1 Senyawa Tanin

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada beberapa tanaman. Tanin mampu mengikat protein, sehingga protein pada tanaman dapat resisten terhadap degradasi oleh enzim protease di dalam silo ataupun rumen (Kondo et al., 2004). Tanin selain mengikat protein juga bersifat melindungi protein dari degradasi enzim mikroba maupun enzim protease pada tanaman (Oliveira et al., 2009), sehingga tanin sangat bermanfaat dalam menjaga kualitas silase. Tanin merupakan senyawa kimia yang tergolong dalam senyawa polifenol (Deaville et al., 2010).

Tanin mempunyai kemampuan mengendapkan protein, karena tanin mengandung sejumlah kelompok ikatan fungsional yang kuat dengan molekul protein yang selanjutnya akan menghasilkan ikatan silang yang besar dan kompleks yaitu protein tanin. Tanin mempunyai berat molekul 0,5-3 KD. Tanin alami larut dalam air dan memberikan warna pada air, warna larutan tanin bervariasi dari warna terang sampai warna merah gelap atau coklat, karena setiap tanin memiliki warna yang khas tergantung sumbernya (Ahadi, 2003). Struktur inti tanin bisa dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.17 Struktur inti tanin ketapang

(<https://adoc.tips/ii-tinjauan-pustaka-ketapang-adalah-pohon-yang-umumnya-tumbu.html>)

Penggunaan tanin pada bidang korosi telah digunakan cukup luas seperti pada bidang *adhesive*, *paints*, dan *coatings*. Chen. X, et. al (2008) telah melakukan penelitian terhadap tanin yang telah digunakan sebagai *conversion coating* pada paduan magnesium. Tanin juga sudah disebut sebagai converter karat sejak keberadaanya mengubah karat aktif menjadi oksida *non-reactive protective*. Ross & Francis (1978) telah menemukan bahwa tanin dapat mempercepat pembentukan fasa *magnetite* sebagai lapisan antikorosi. Sifat *protective* tanin didapat dari reaksi komponen *polifenol* dari *tannin* dengan *ion ferric* sehingga membentuk jaringan *cross-linked* padat yaitu *ferric-tannates*.

Daun ketapang banyak mengandung tanin sedangkan pada bungannya tidak banyak mengandung tanin. Daun ketapang juga banyak mengandung zat lainnya selain tanin di antaranya adalah flavonoid (Lin et al.,2000), triterpenoid (Gao et al., 2004), alkaloid (Mandasari,2006), steroid (Babayi et al., 2004) dan asam lemak (Jaziroh, 2008).Taninyang terkandung dalam daun ketapang sebanyak10,57 mg/g (Annegowda et al., 2010).

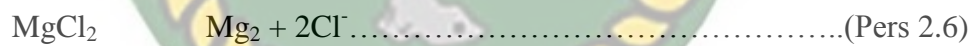
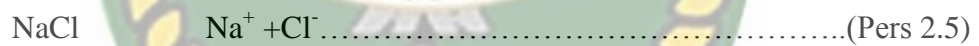
2.6.2 Ekstrak Daun Ketapang Sebagai Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi biasanya terbuat dari senyawa-senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, seperti fosfat, kromat, nitrit, fenilalanin, urea, imidiazolin, dan senyawa-senyawa amina. Namun karena penggunaan senyawa tersebut sangat berbahaya, tidak ramah lingkungan, dan harganya yang mahal dan sebab itu banyak industri-

industri kecil dan menengah mencari solusi untuk mengatasi korosi dengan membuat inhibitor dari bahan alami karena sifatnya yang ramah lingkungan dan harganya yang relatif murah.

Inhibitor dari alam umumnya mengandung senyawa N, O, P, S dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini yang nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks dengan logam dan baja. Ekstrak daun ketapang diharapkan mampu menjadi solusi dan efektif digunakan untuk dijadikan inhibitor korosi pada sampel logam besi, tembaga, alumunium dalam media air asin yang mampu menurunkan laju korosi pada besi dan baja.

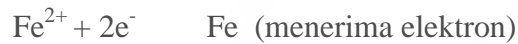
Cara pelindungan ekstrak bahan-bahan alami terhadap besi atau baja dari serangan korosi diperkirakan hampir sama dengan mekanisme proteksi oleh inhibitor anorganik. Reaksi yang terjadi antara logam dengan medium air laut yang mengandung ion-ion klorida yang terurai dari NaCl, KCl dan kemudia akan bereaksi dengan Fe dan diperkirakan menghasilkan yang terbentuk juga akan semakin besar, seperti yang tertulis dalam reaksi berikut (Gogot Haryono, 2010).



Ion klorida pada reaksi diatas akan menyerang logam (Fe) sehingga besi akan terkorosi menjadi :

$2\text{Cl}^- + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{FeCl}_3$ dan reaksi antara Fe^{2+} dengan inhibitor ekstrak bahan alam menghasilkan senyawa yang kompleks. Inhibitor ekstrak bahan alam yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan logam *mild steel* ketika ion terdifusi kedalam larutan elektrolit dan menghasilkan reaksi :





Produk yang terbentuk diatas memiliki kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, oleh sebab itu sampel besi atau baja yang diberi inhibitor ekstrak bahan alam lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi.

Penelitian penggunaan daun ekstrak ketapang telah banyak dilakukan salah satunya oleh Rochmat dkk (2019) mereka penelitian tentang kemampuan daun ketapang sebagai inhibitor korosi baja pada media asam sulfat. Plat baja akan dikontakan ke larutan H_2SO_4 1 M dengan pH 0,4 dan didapatkan hasil bahwa dengan penambahan inhibitor daun ketapang maka laju korosi pada plat baja berkurang. Namun penelitian kemampuan ekstrak daun ketapang sebagai inhibitor korosi pada lingkungan tanah gambut belum teruji, oleh sebab itu perlu adanya penelitian.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan yang dimulai dengan pemotongan spesimen, pengelasan spesimen, penyediaan media korosif, pembuatan inhibitor korosi, sampai dengan pengambilan data. Semua penelitian ini dilaksanakan kurang lebih selama 1 bulan. Untuk proses pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam Universitas Riau.

3.2 Alat dan Bahan

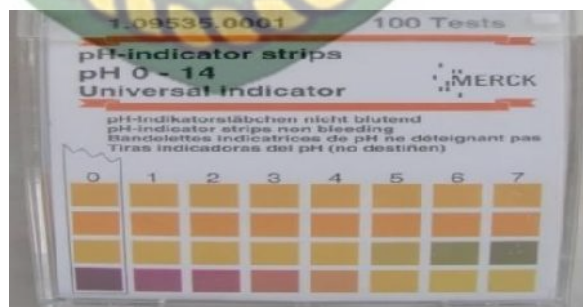
Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk proses penelitian adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan proses penelitian adalah:

1. Kertas *Indicator Universal*

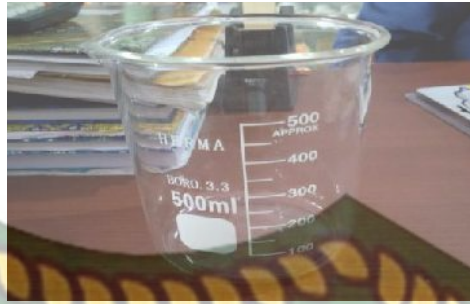
Kertas *indicator universal* berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman (pH) dari tanah gambut. Kertas *indicator universal* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kertas *indicator universal*

2. Gelas Ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah fluida yang dibutuhkan untuk penelitian. Gelas ukur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Gelas ukur

3. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk melihat berat spesimen sebelum dan sesudah perendaman. Timbangan digital bisa dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Timbangan digital

4. Gerinda Potong

Gerinda potong digunakan untuk memotong atau membelah spesimen uji sesuai dengan yang diinginkan. Gerinda potong dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Gerinda potong

5. Jangka Sorong

Pada penelitian jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, lebar dan ketebalan spesimen uji. Jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Jangka sorong

6. Mesin Las SMAW

Pada penelitian ini digunakan mesin las untuk penyambungan spesimen yang akan diuji untuk melihat pengaruh laju korosi baja ASTM A36 pada daerah pengelasan. Mesin las SMAW dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Mesin las SMAW

7. Kawat Las AWS E6013

Kawat las atau elektroda las yang digunakan saat pengelasan spesimen menggunakan elektroda las AWS E6013. Elektroda AWS E6013 dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Elektroda AWS E6013

8. Blender

Pada penelitian ini Blender digunakan untuk mengaduk, mencampur, menggiling daun ketapang sehingga menjadi serbuk daun ketapang. Blender dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Blender

9. Baskom

Baskom digunakan sebagai wadah daun ketapang dan juga sebagai wadah tempat pencampuran serbuk daun ketapang dengan etanol. Baskom bisa dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Baskom

10. Kertas saring

Kertas saring digunakan untuk menyaring hasil rendaman serbuk daun ketapang sehingga diperoleh filtrat. Kertas saring dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.10 Kertas saring

11. *Rotary Vacuum Eperator*

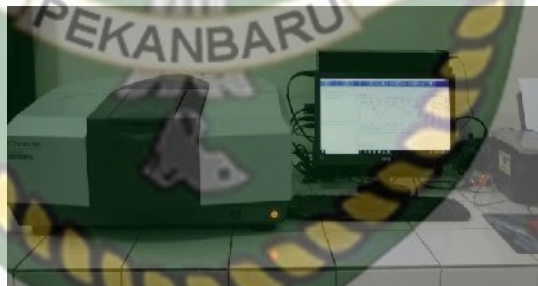
Rotary vacuum evaporator merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan uap air yang terkandung didalam ekstrak daun ketapang. *Rotary vacuum evaporator* bisa dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.11 *Rotary vacuum evaporator*

12. *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Fourier transform infra red (FTIR) merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa gugus fungsi dari senyawa yang terkandung didalam ekstrak daun ketapang tanpa merusak ekstrak daun ketapang tersebut. *Fourier transform infra red* dapat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.12 *Fourier tranform infrared (FTIR)*

3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daun Ketapang

Daun ketapang merupakan bahan yang akan dijadikan ekstrak daun ketapang sebagai inhibitor organik. Daun ketapang b dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.13 Daun ketapang

2. Air Gambut

Air gambut merupakan media korosif yang digunakan dalam penelitian ini. Tanah gambut dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.14 Air Gambut

3. Ehtanol 70%

Ethanol digunakan sebagai zat pelarut yang akan dicampurkan dengan serbuk daun ketapang. Ethanol 70% bisa dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.15 Ethanol 70%

4. Aquadest

Aquadest merupakan cairan yang digunakan untuk membersihkan spesimen sebelum dan sesudah perendaman. Aquadest dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.16 Aquades

5. Baja ASTM A36

Pada penelitian ini spesimen yang digunakan adalah baja ASTM A36. Baja ASTM A36 bisa dilihat pada Gambar 3.18.

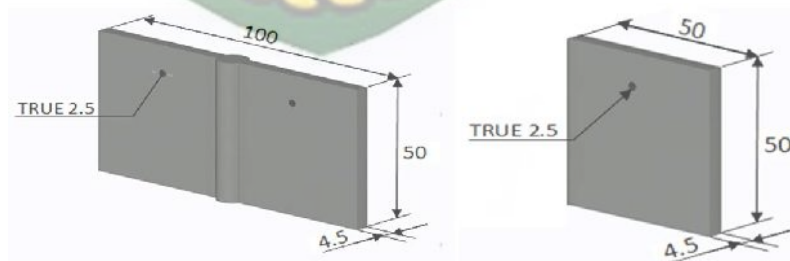


Gambar 3.17 Baja ASTM A36

3.3 Langkah-Langkah Melakukan Pengujian

3.3.1 Persiapan Spesimen

1. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah plat baja ASTM A36. Logam baja tersebut dipotong dengan ukuran 50 x 50 x 4.5 mm dan spesimen yang digunakan sebanyak 48 buah. Gambar sketsa ukuran spesimen uji dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.18 Sketsa ukuran spesimen uji

Baja ASTM A36 memiliki berbagai macam komposisi tergantung pada ketebalan platnya. Komposisi baja ASTM A36 dengan ketebalan 5 cm dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi pada baja ASTM A36

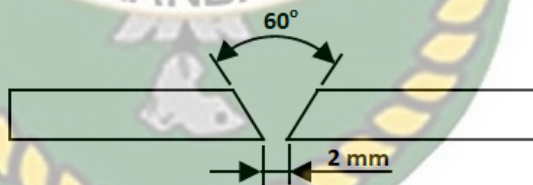
Unsur	Komposisi (%)
Karbon (C)	0.26
Mangan (Mn)	0.18-1.20
Fosfor (F)	0.04
Sulfur (S)	0.05
Silikon (Si)	0.15-0.40
Tembaga (Cu)	0.20

- Pengelasan pada spesimen menggunakan pengelasan SMAW kampuh V dengan elektroda AWS E6013. Komposisi elektroda AWS E6013 dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Komposisi pada elektroda AWS E6010

Unsur	Komposisi (%)
Karbon (C)	≤ 0.10
Mangan (Mn)	0.32-0.55
Silikon (Si)	≤ 0.30
Sulfur (S)	≤ 0.030
Fosforus (P)	≤ 0.035

Sketsa kampuh V dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.19 Sketsa kampuh V

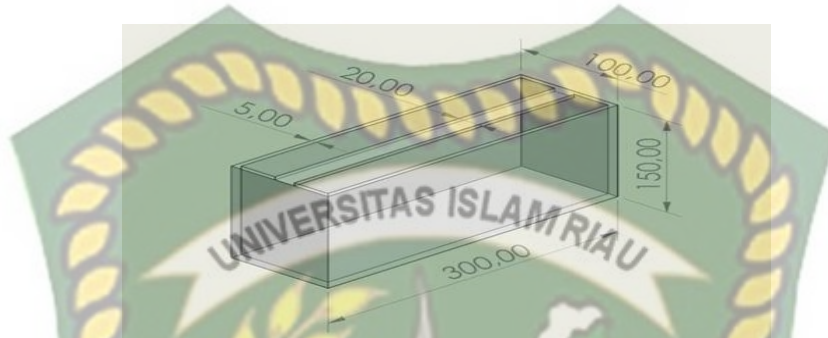
- Spesimen direndam dalam cairan aquadest untuk menghilangkan kotoran yang menempel.

3.3.2 Pengujian Komposisi Material (*Spectrometry*)

Pengujian komposisi ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung didalam baja ASTM A36 sebelum pengelasan dan sesudah pengelasan. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menganalisis faktor terjadinya fenomena dalam proses terjadinya korosi. Uji komposisi ini dilakukan di laboratorium Politeknik Manufaktur Bandung.

3.3.3 Pembuatan Bak Pengujian Korosi

Bak pengujian dibuat dari material kaca dengan ukuran 15 x 30 x 10 cm sebanyak 12 buah . Sketsa bak pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.20 Sketsa bak pengujian

3.3.4 Persiapan Media korosif

Media korosi yang digunakan pada penelitian ini ada dua, yaitu: tanah biasa dan tanah gambut. Tanah gambut yang diambil dari lahan gambut Desa Lubuk Batu Tinggal, Kec. Lubuk Batu Jaya, Kab. Indragiri Hulu, Riau.

3.3.5 Pembuatan Inhibitor

Pada penelitian ini inhibitor yang digunakan adalah inhibitor organik yang terbuat dari ekstrak daun ketapang (*Terminilia catappa*). Untuk membuat inhibitor tersebut maka perlu dilakukan beberapa persiapan sebagai berikut:

1. Daun ketapang yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari lingkungan perumahan sekitar Karya III, Kec. Marpoyan Damai, Pekanbaru. Berikut merupakan langkah pembuatan serbuk daun ketapang:
 - a. Persiapkan daun ketapang yang masih segar sebanyak 2 kg dan kemudian dicuci hingga bersih.
 - b. Pisahkan daun ketapang dengan tulang daunnya.
 - c. Keringkan daun ketapang dengan udara (tidak terkena matahari secara langsung) selama ± 3 hari atau sampai daun berwarna kuning kecoklatan.

- d. Daun ketapang yang sudah dikeringkan selanjutnya di blender untuk mendapatkan serbuk daun ketapang.
- e. Serbuk daun ketapang selanjutnya diekstrak dengan metode maserasi. Dengan cara memasukkan serbuk daun ketapang yang telah halus kedalam wadah baskom yang telah berisi etanol 70% dan diamkan selama ± 2 hari.
- f. Hasil perendaman kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtrat.
- g. Filtrat kemudian diuapkan menggunakan mesin *rotary evaporator* dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 70 °C hingga menghasilkan ekstrak pekat.

3.3.6 Analisa Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Metode spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) 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 difungsikan untuk mengetahui apakah inhibitor dari daun ketapang 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 (senyawa) yang terkandung dalam sampel.

3.3.7 Analisa Data Kehilangan Berat Spesimen

Proses pengambilan data kehilangan berat spesimen dilakukan ketika spesimen telah dipendam dalam tanah selama 5, 10, 15, 25 hari. Dilakukan penimbangan spesimen untuk mengetahui berat yang hilang dari spesimen uji, sebelum dilakukan proses penimbangan, spesimen uji dibersihkan terlebih dahulu.

Metode ini mengukur kembali berat awal benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi pada benda tersebut), kekurangan berat daripada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

Pembersihan spesimen dilakukan dengan cara mencelupkan spesimen kedalam larutan aseton selama 5 menit, lalu spesimen diangkat dan dicelupkan kembali kedalam larutan aquades selama 5 menit, lalu spesimen diangkat dari larutan aquades dan dikeringkan. Setelah spesimen kering selanjutnya spesimen dilakukan proses penimbangan berat spesimen dan data dicatat dalam Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Perhitungan kehilangan berat spesimen dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta W = W_1 - W_2 \dots\dots\dots(Pers 3.1)$$

- Dimana :
- ΔW = Kehilangan berat (*gram*)
 - W_1 = Berat awal (*gram*)
 - W_2 = Berat akhir setelah pengujian (*gram*)

Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan sustainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat spesimen diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat spesimen tersebut diteliti.

Tabel 3.2 Data kehilangan berat spesimen setelah dilakukan perendaman

Kosentrasi inhibitor (ppm)	Waktu perendaman (hari)	Pengelasan			Tanpa pengelasan		
		W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	ΔW (gram)	W ₁ (gram)	W ₂ (gram)	ΔW (gram)
0 ppm	5						
	10						
	15						
	25						
250 ppm	5						
	10						

	15						
	25						
500 ppm	5						
	10						
	15						
	25						
750 ppm	5						
	10						
	15						
	25						
1000 ppm	5						
	10						
	15						
	25						
1250 ppm	5						
	10						
	15						
	25						

3.3.8 Perhitungan Laju Korosi

Setelah didapatkan data kehilangan berat spesimen baja ASTM A36, selanjutnya dilakukan perhitungan laju korosi yang terjadi pada baja ASTM A36 dengan rumus sebagai berikut:

$$CR (mm/yr) = \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \dots\dots\dots(Pers 3.2)$$

- Dimana :
- CR = Laju korosi (*mm/yr*)
 - k = Konstanta laju korosi (8.76×10^4)
 - W = Massa yang hilang (*gram*)
 - A = Luas permukaan (cm^2)
 - t = Lama perendaman (*jam*)
 - ρ = Massa jenis sampel uji ($gram/cm^3$)

Hasil perhitungan diatas selanjutnya dimasukan dalam Tabel 3.4 untuk spesimen pengelasan dan Tabel 3.5 untuk spesimen tanpa pengelasan dibawah:

Tabel 3.3 Nilai laju korosi pada setiap spesimen

Kosentrasi inhibitor (ppm)	Waktu perendaman		Pengelasan	Tanpa Pengelasan
	Jam	Hari	Laju korosi (mm/y)	Laju korosi (mm/y)
0	120	5		
250	120	5		
500	120	5		
750	120	5		
1000	120	5		
1250	120	5		
0	240	10		
250	240	10		
500	240	10		
750	240	10		
1000	240	10		
1250	240	10		
0	360	15		
250	360	15		
500	360	15		
750	360	15		
1000	360	15		
1250	360	15		
0	600	25		
250	600	25		
500	600	25		
750	600	25		
1000	600	25		
1250	600	25		

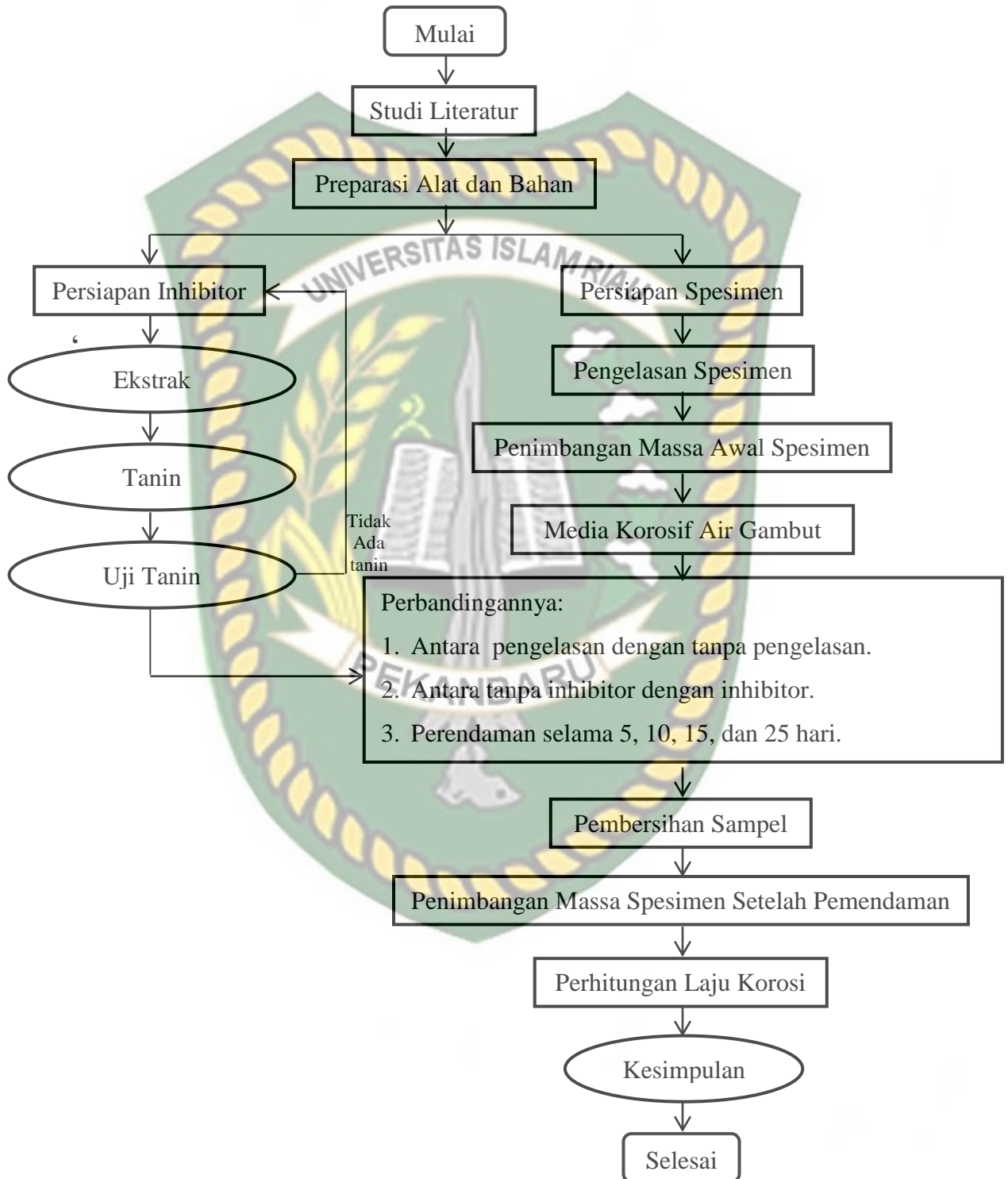
3.3.9 Perhitungan Efisiensi Inhibitor

Hasil laju korosi dari tabel diatas selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi inhibitor menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Efisiensi Inhibitor} = \frac{CRO - CRinh}{CRO} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Pers 3.3})$$

Dimana : CRO = Laju korosi tanpa inhibitor
 $CRinh$ = Laju dengan inhibitor

3.4 Diagram Alir



Gambar 3.21 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Baja ASTM A36 dilakukan perendaman dalam air gambut selama 5, 10, 15, dan 25 hari untuk mendapatkan laju korosinya. Namun sebelumnya beberapa pengujian seperti tingkat keasaman media korosi, komposisi material dan kandungan tannin dilakukan dengan metode yang telah dijelaskan pada Bab 3. Hasil pengujian dijelaskan pada Bab ini.

4.1 Tingkat Keasaman

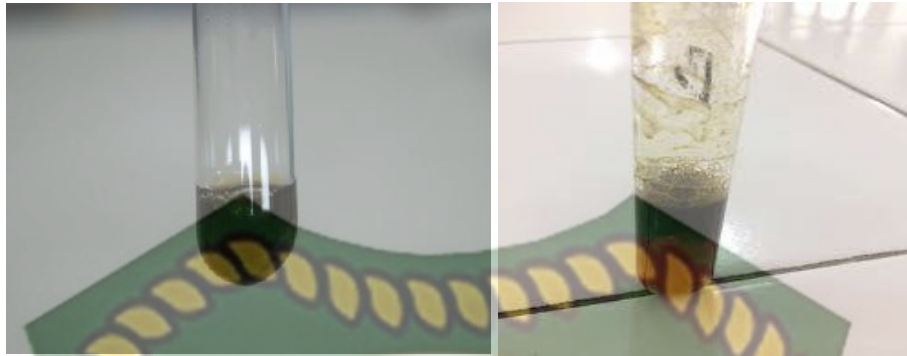
Berdasarkan hasil pengecekan menggunakan kertas *universal Indicator* maka didapat tingkat keasaman (pH) dari air gambut yaitu kisaran 5 sampai 6. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran (pH) air gambut menggunakan kertas *indicator universal*

4.2 Kandungan Tanin Ekstrak Daun Ketapang

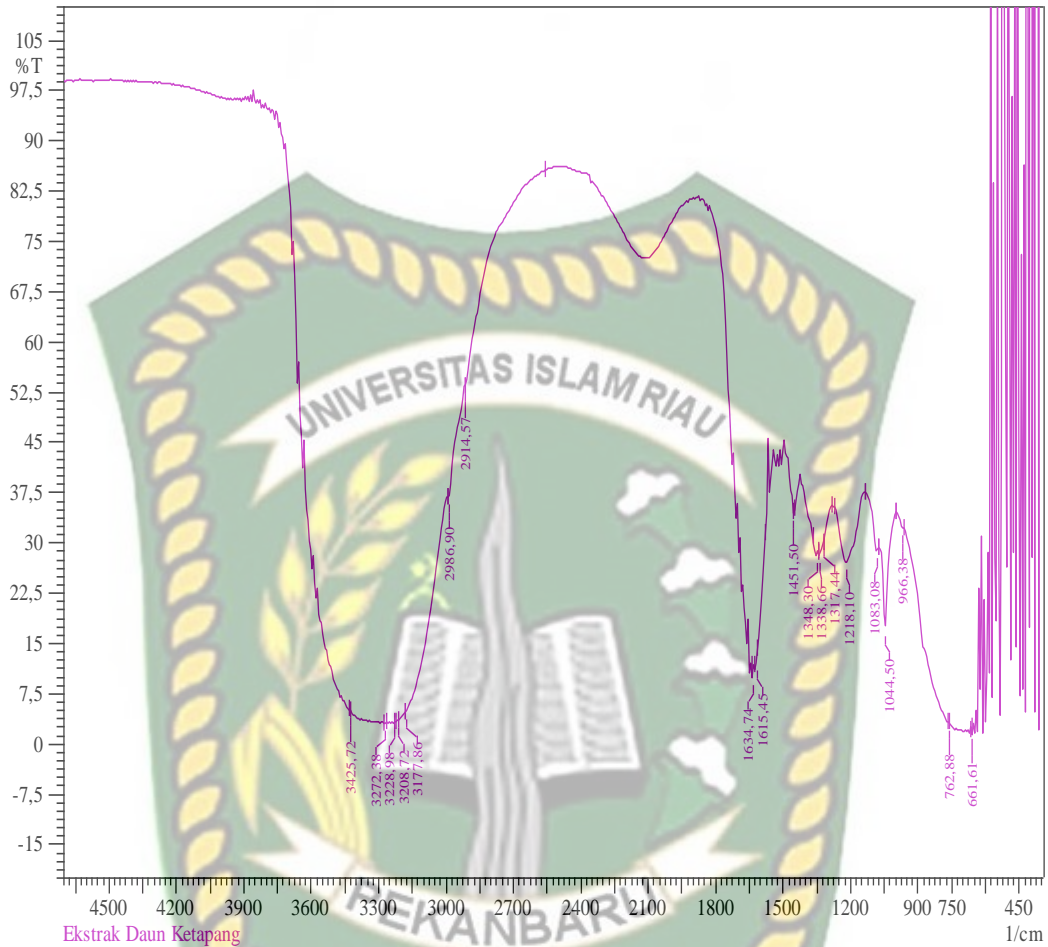
Pada penelitian ini filtrat hasil ekstraksi ditambah beberapa tetes FeCl_3 . Endapan yang terjadi terlihat berwarna hitam kehijauan yang artinya positif mengandung tanin atau ekstrak daun ketapang ditambahkan dengan larutan galatin dan hasilnya terbentuk endapan putih atau kekuningan yang artinya positif mengandung tanin (Sa'adah, 2010). Seperti yang terlihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Pengujian tannin

4.3 Analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Hasil dari pengujian FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari Gambar 4.3 menunjukkan hasil spektrum FTIR dari ekstrak daun ketapang. Pada spektrum FTIR ini diperoleh puncak serapan pada bilangan gelombang $3425,72\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus O-H dan N-H (hidroksil), gugus C-H (alkana) pada bilangan $2986,90\text{ cm}^{-1}$ dan $2914,57\text{ cm}^{-1}$, gugus C=C aromatic pada $1634,74\text{ cm}^{-1}$ dan $1615,45\text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-H pada bilangan $1451,50\text{ cm}^{-1}$, bilangan $1218,10\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya C-O dan pada bilangan $1044,50\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya C-N. Berdasarkan gugus fungsi yang didapatkan dari hasil analisa FTIR, maka puncak serapan yang muncul itu tersebut merupakan gugus fungsi tanin (Sanjaya, S., et al., 2019). Hasil analisa FTIR juga didapatkan bahwa ekstrak daun ketapang juga mengandung senyawa flavonoid. Itu bisa dilihat bahwa gugus fungsi flavanoid yang hampir sama dengan hasil analisa FTIR. Flavonoid memiliki beberapa gugus fungsi yaitu ikatan rangkap karbon-karbon C=C, ikatan rangkap karbon-oksigen C=O, ikatan tunggal karbon-oksigen C-O, ikatan karbon-hidrogen C-H dan ikatan tunggal oksigen-hidrogen O-H (Triana, Y., et al., 2013). Senyawa flavonoid dan tanin merupakan salah satu senyawa antioksidan yang bisa menghambat laju korosi.



Gambar 4. 3 Hasil FTIR pada inhibitor ekstrak daun ketapang

4.4 Kehilangan Berat

Pada penelitian ini perhitungan laju korosi menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*). Sebelum menghitung laju korosi, terlebih dahulu dilakukan penimbangan berat awal spesimen. yaitu sebelum dilakukan perendaman (W_1) dan penimbangan berat akhir spesimen setelah dilakukan perendaman (W_2) pada setiap variabel. Untuk penimbangan berat akhir spesimen dilakukan pada hari ke 5, 10, 15, 25 pada setiap variasi konsentrasi inhibitor. Adapun semua hasil data dari pengujian kehilangan berat yang didapatkan pada saat pengambilan data bisa dilihat pada Tabel 4.1. Perhitungan kehilangan berat spesimen dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta W = W_1 - W_2$$

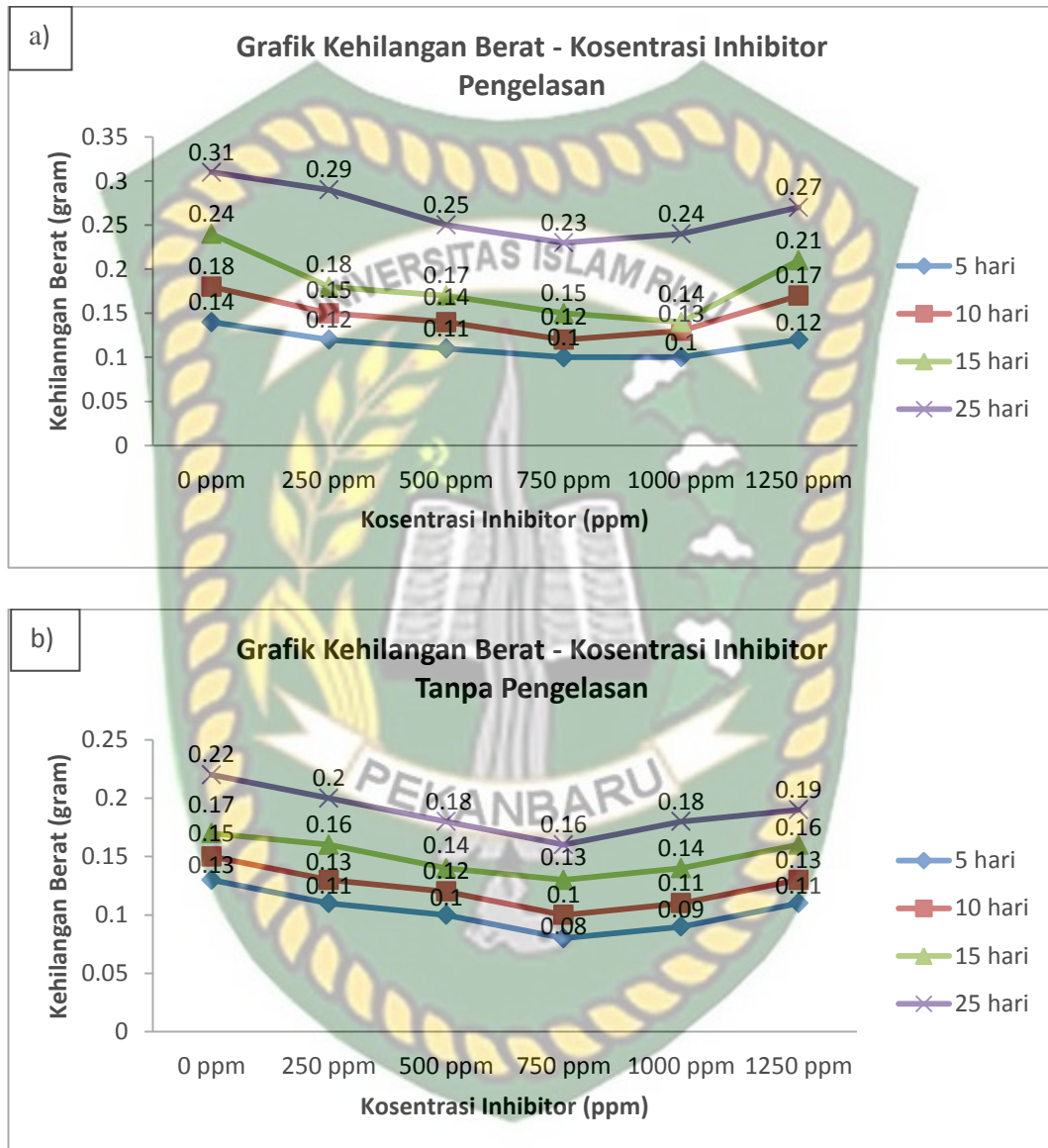
Dimana : ΔW = Kehilangan berat (*gram*)
 W_1 = Berat awal (*gram*)
 W_2 = Berat akhir setelah pengujian (*gram*)

Tabel 4. 1 Data kehilangan berat spesimen

Kosentrasi inhibitor (ppm)	Waktu perendaman (hari)	Pengelasan			Tanpa pengelasan		
		W_1 (gram)	W_2 (gram)	ΔW (gram)	W_1 (gram)	W_2 (gram)	ΔW (gram)
0 ppm	5	168,97	168,83	0,14	117,92	117,79	0,13
	10	169,93	169,75	0,18	114,60	114,45	0,15
	15	161,95	161,71	0,24	114,13	113,96	0,17
	25	170,77	170,46	0,31	115,87	115,65	0,22
250 ppm	5	164,60	164,48	0,12	116,22	116,11	0,11
	10	173,79	173,64	0,15	114,99	114,86	0,13
	15	167,76	167,58	0,18	115,09	114,93	0,16
	25	169,59	169,30	0,29	117,71	117,51	0,20
500 ppm	5	166,52	166,41	0,11	115,24	115,14	0,10
	10	163,80	163,66	0,14	112,05	111,93	0,12
	15	167,40	167,23	0,17	114,49	114,35	0,14
	25	165,78	165,53	0,25	111,67	111,49	0,18
750 ppm	5	167,14	167,04	0,10	114,67	114,59	0,08
	10	171,09	170,97	0,12	110,50	110,40	0,10
	15	173,60	173,45	0,15	114,75	114,62	0,13
	25	174,40	174,17	0,23	117,68	117,52	0,16
1000 ppm	5	166,74	166,64	0,10	117,80	117,71	0,09
	10	170,36	170,23	0,13	113,01	112,90	0,11
	15	169,22	169,08	0,14	118,27	118,13	0,14
	25	164,28	164,04	0,24	115,27	115,09	0,18
1250 ppm	5	162,00	161,88	0,12	112,63	112,52	0,11
	10	164,83	164,66	0,17	113,53	113,40	0,13
	15	168,99	168,78	0,21	119,67	119,51	0,16
	25	166,24	165,97	0,27	117,04	116,85	0,19

Grafik kehilangan berat spesimen baja ASTM A36 setelah dilakukan perendaman selama 25 hari dengan variasi kosentrasi inhibitor ekstrak daun

ketapang 0 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, dan 1250 ppm dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Grafik kehilangan berat berdasarkan kosentrasi inhibitor dengan waktu a) pengelasan b) tanpa pengelasan

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa variasi kosentrasi inhibitor ekstrak daun ketapang mempengaruhi kehilangan berat material setelah perendaman dalam media korosi. Terlihat perbedaan grafik antara pengelasan dan tanpa pengelasan. Pada kosentrasi 0 ppm didapat hasil yang berbeda, dimana kehilangan berat tanpa pengelasan lebih rendah dibandingkan kehilangan berat dengan

pengelasan. Titik terendah yang didapat pada kehilangan berat terjadi pada konsentrasi 750 ppm baik pada grafik pengelasan dan tanpa pengelasan. Terjadi kenaikan kehilangan berat pada 1000 ppm hingga 1250 ppm disetiap harinya. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi inhibitor mempengaruhi nilai kehilangan berat antara pengelasan dan tanpa pengelasan, konsentrasi inhibitor yang paling baik antara pengelasan dan tanpa pengelasan terjadi pada konsentrasi 750 ppm tiap harinya, sedangkan pada konsentrasi 1000 ppm kehilangan berat kembali naik dan seterusnya.

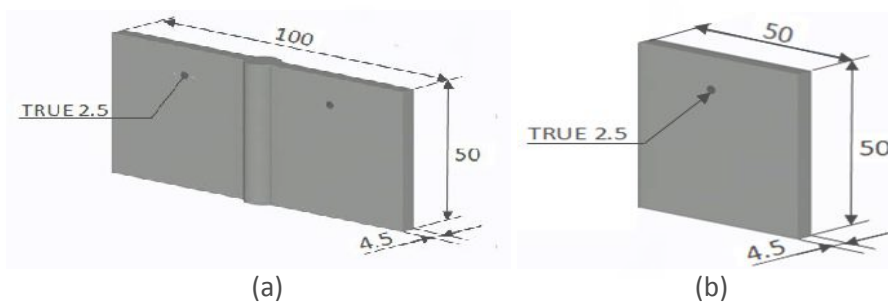
4.5 Laju Korosi

Setelah mendapatkan nilai kehilangan berat selanjutnya dilakukanlah perhitungan laju korosi (*corrosion rate*) pada spesimen uji disetiap konsentrasi inhibitor dengan menggunakan persamaan 2.1. Adapun rumus persamaannya sebagai berikut:

$$CR (mm/y) = \frac{k \times W}{A \times t \times \rho}$$

- Dimana :
- CR = Laju korosi (*mm/y*)
 - k = Konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$)
 - W = Massa yang hilang (*gram*)
 - A = Luas permukaan (cm^2)
 - t = Lama perendaman (*jam*)
 - ρ = Massa jenis baja ASTM A36 ($7,85 \text{ gram/cm}^3$)

Material spesimen dipotong dan dibentuk dengan ukuran yang sudah ditentukan yang bisa dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Sketsa spesimen uji (a) pengelasan, (b) tanpa pengelasan

Diketahui :

$$P = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$L = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$$

$$T = 4.50 \text{ mm} = 0,45 \text{ cm}$$

$$D = 2,5 \text{ mm} = 0,25 \text{ cm} = r = 0,125$$

A = Luas keseluruhan – 2×luas lubang

$$= 2(p \times l + p \times t + l \times t) - 2(\pi r^2) - 2(\pi r^2)$$

$$= 2(10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} + 10 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm} + 5 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm}) - 2(3,14 \times 0,125^2 \text{ cm}^2) - 2(3,14 \times 0,125^2 \text{ cm}^2)$$

$$= 113,5 \text{ cm}^2 - 0,098 \text{ cm}^2 - 0,098 \text{ cm}^2$$

$$= 113,30 \text{ cm}^2$$

A. Kosentrasi 0 ppm

1. Kosentrasi 0 ppm waktu perendaman 5 hari

$$\begin{aligned}
 \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\
 &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,14 \text{ gram}}{113,30 \text{ cm}^2 \times 120 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\
 &= 0,1149 \text{ mm/y}
 \end{aligned}$$

2. Kosentrasi 0 ppm waktu perendaman 10 hari

$$\begin{aligned}
 \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\
 &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,18 \text{ gram}}{113,30 \text{ cm}^2 \times 240 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\
 &= 0,1477 \text{ mm/y}
 \end{aligned}$$

3. Kosentrasi 0 ppm waktu perendaman 15 hari

$$\begin{aligned}
 \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\
 &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,24 \text{ gram}}{113,30 \text{ cm}^2 \times 360 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\
 &= 0,1969 \text{ mm/y}
 \end{aligned}$$

4. Kosentrasi 0 ppm waktu perendaman 25 hari

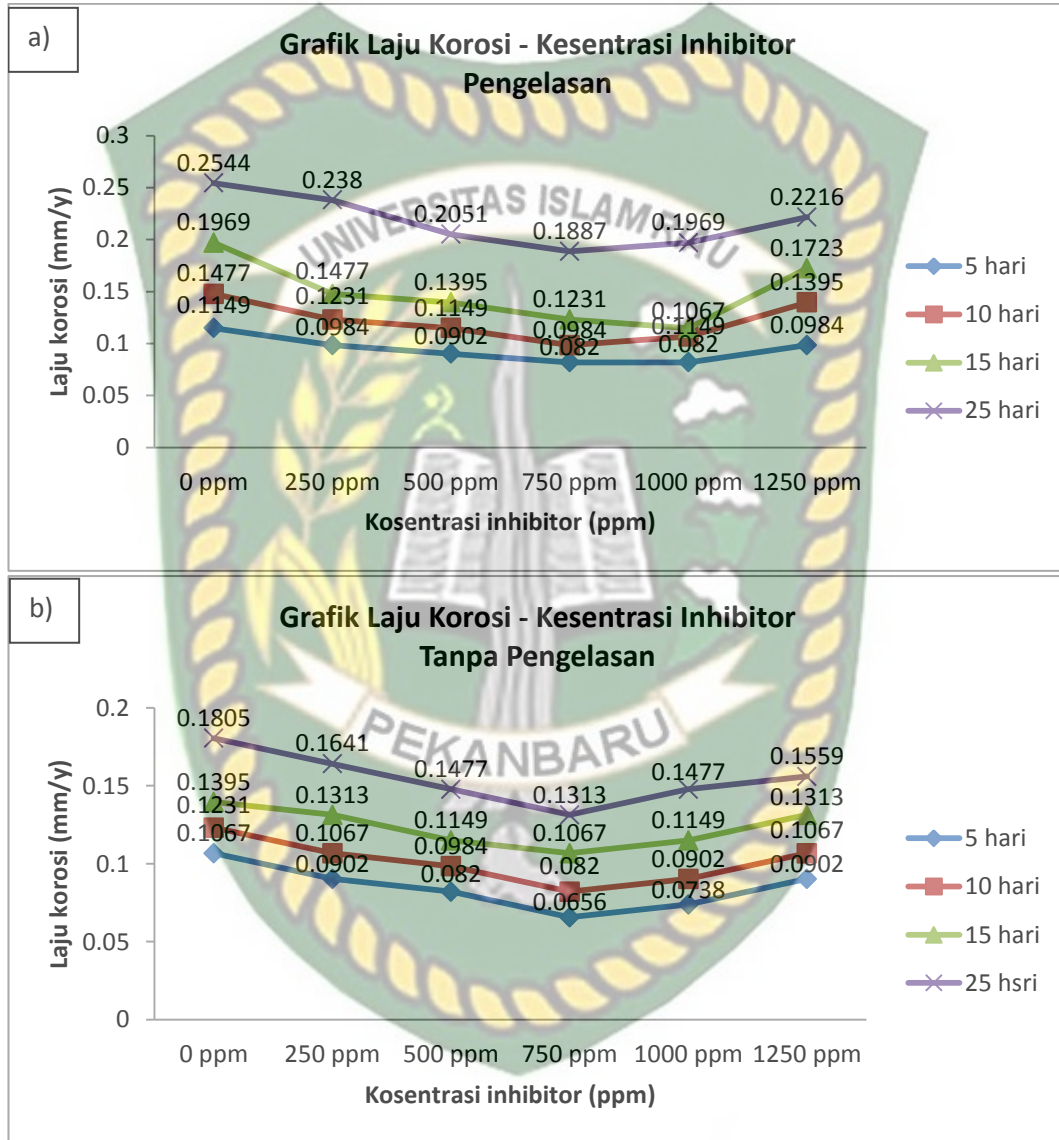
$$\begin{aligned}
 \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\
 &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 0,31 \text{ gram}}{113,30 \text{ cm}^2 \times 600 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\
 &= 0,2544 \text{ mm/y}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan untuk konsentrasi 250 ppm, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, dan 1250 ppm. cara ini dilakukan pada perhitungan laju korosi pengelasan dan tanpa pengelasan. Hasil data perhitungan laju korosi pada material baja ASTM A36 dengan pengelasan dan tanpa pengelasan dalam media air gambut dengan variasi konsentrasi inhibitor 0 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm dan dihitung setiap hari ke 5, 10, 15, 25 bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Nilai laju korosi pada setiap spesimen

Konsentrasi inhibitor (ppm)	Waktu perendaman		Pengelasan	Tanpa Pengelasan
	Jam	Hari	Laju korosi (mm/y)	Laju korosi (mm/y)
0	120	5	0,1149	0,1067
250	120	5	0,0984	0,0902
500	120	5	0,0902	0,0820
750	120	5	0,0820	0,0656
1000	120	5	0,0820	0,0738
1250	120	5	0,0984	0,0902
0	240	10	0,1477	0,1231
250	240	10	0,1231	0,1067
500	240	10	0,1149	0,0984
750	240	10	0,0984	0,0820
1000	240	10	0,1067	0,0902
1250	240	10	0,1395	0,1067
0	360	15	0,1969	0,1395
250	360	15	0,1477	0,1313
500	360	15	0,1395	0,1149
750	360	15	0,1231	0,1067
1000	360	15	0,1149	0,1149
1250	360	15	0,1723	0,1313
0	600	25	0,2544	0,1805
250	600	25	0,2380	0,1641
500	600	25	0,2051	0,1477
750	600	25	0,1887	0,1313
1000	600	25	0,1969	0,1477
1250	600	25	0,2216	0,1559

Grafik laju korosi material baja ASTM A36 setelah dilakukan pengujian terhadap waktu pengujian dengan kosentrasi inhibitor yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Grafik laju korosi terhadap kosentrasi inhibitor dan waktu perendaman a) Pengelasan b) tanpa pengelasan

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwasanya nilai laju korosi antara pengelasan dan tanpa pengelasan. Dapat dilihat maerial yang di lakukan pengelasan didapat nilai yang lebih tinggi dibanding material tanpa pengelasan. Dengan ditambahkan inhibitor terlihat nilai laju korosi menurun antara pengelasan

dan tanpa pengelasan. Nilai laju korosi terendah terjadi pada konsentrasi inhibitor 750 ppm, ini berlaku pada material pengelasan dan tanpa pengelasan. Nilai laju korosi terlihat kembali naik pada konsentrasi 1000 ppm perharinya dampai seterusnya. Dapat disimpulkan bahwa dari grafik diatas konsentrasi inhibitor dapat mempengaruhi nilai laju korosi baik pada material pengelasan dan tanpa pengelasan. Kosentrasi inhibitor yang efisien dalam menurunkan nilai laju korosi adalah 750 ppm perharinya.

4.6 Perhitungan Efisiensi Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang

Dari data perhitungan laju korosi yang sudah didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi inhibitor ekstrak daun ketapang. Untuk menghitung efisiensi inhibitor dapat menggunakan persamaan 2.4. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Inhibitor} = \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\%$$

Dimana : CRo = Laju korosi tanpa inhibitor

$CRinh$ = Laju dengan inhibitor

A. Kosentrasi 250 ppm

1. Waktu perendaman 5 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,1149 \text{ mm/y} - 0,0984 \text{ mm/y}}{0,1149 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 14,36\% \end{aligned}$$

2. Waktu perendaman 10 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,1477 \text{ mm/y} - 0,1231 \text{ mm/y}}{0,1477 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 16,65\% \end{aligned}$$

3. Waktu perendaman 15 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRO - CRinh}{CRO} \times 100\% \\ &= \frac{0,1969 \text{ mm/y} - 0,1477 \text{ mm/y}}{0,1969 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 24,9\% \end{aligned}$$

4. Waktu perendaman 25 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRO - CRinh}{CRO} \times 100\% \\ &= \frac{0,0515 \text{ mm/y} - 0,0481 \text{ mm/y}}{0,0515 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 6,44\% \end{aligned}$$

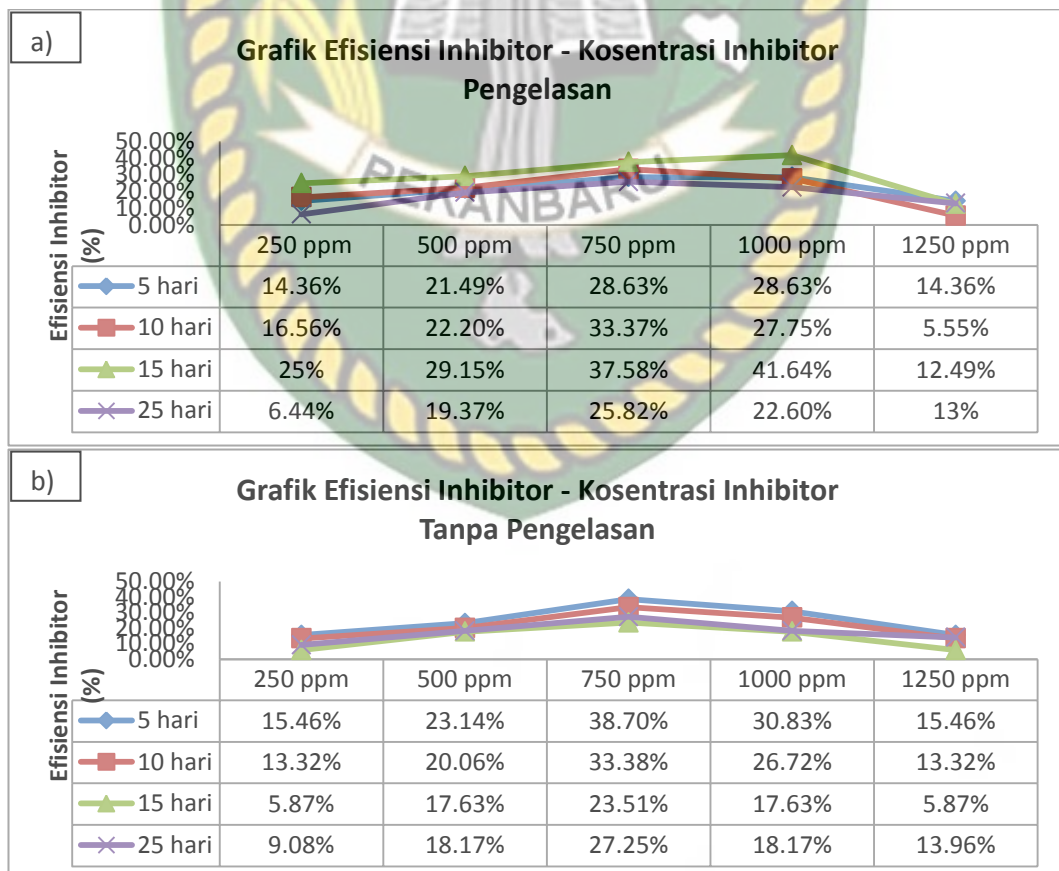
dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan untuk efisiensi inhibitor pada konsentrasi 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 pada hari ke 5,10,15, dan 25. Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Efisiensi inhibitor

Kosentrasi inhibitor (ppm)	Waktu Perendaman		Pengelasan	Tanpa Pengelasan
	Jam	Hari	Efisiensi inhibitor (%)	Efisiensi inhibitor (%)
0	120	5	0%	0%
250	120	5	14,36%	15,46%
500	120	5	21,49%	23,14%
750	120	5	28,63%	38,70%
1000	120	5	28,63%	30,83%
1250	120	5	14,36%	15,46%
0	240	10	0%	0%
250	240	10	16,56%	13,32%
500	240	10	22,20%	20,06%
750	240	10	33,37%	33,38%
1000	240	10	27,75%	26,72%
1250	240	10	5,55%	13,32%

0	360	15	0%	0%
250	360	15	24,98%	5,87%
500	360	15	29,15%	17,63%
750	360	15	37,48%	23,51%
1000	360	15	41,64%	17,63%
1250	360	15	12,49%	5,87%
0	600	25	0%	0%
250	600	25	6,44%	9,08%
500	600	25	19,37%	18,17%
750	600	25	25,82%	27,25%
1000	600	25	22,60%	18,17%
1250	600	25	12,89%	13,96%

Sedangkan grafik yang menjelaskan tentang pengaruh variasi kosentrasi inhibitor ekstrak daun ketapang terhadap efisiensi inhibitor serta waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4. 7 Grafik efisiensi inhibitor terhadap kosentrasi inhibitor dan waktu perendaman a) pengelasan b) tanpa pengelasan

Berdasarkan Gambar 4.7 diatas didapatkan nilai efisiensi inhibitor berbeda antara pada pengelasan dan tanpa pengelasan. Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai efisiensi inhibitor pada material pengelasan lebih tinggi disbanding nilai efisiensi inhibitor pada material tanpa pengelasan. Pada material pengelasan nilai efisiensi inhibitor yang paling baik rata-rata pada kosentrasi inhibitor 750 ppm ditiap masing-masing hari, sedangkan nilai tertinggi efisiensi inhibitor terjadi pada kosentrasi inhibitor 1000 ppm pada waktu perendaman 15 hari dengan nilai efisiensi inhibitor adalah 41,64%. Pada material tanpa pengelasan nilai efisiensi inhibitor yang paling baik rata-rata pada kosentrasi inhibitor 750 ppm ditiap masing-masing hari, sedagkan nilai tertinggi efisiensi inhibitor terjadi pada kosentrasi 750 ppm pada waktu perendaman 5 hari. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi inhibitor antara material dengan pengelasan dan tanpa pengelasan berbeda dan nilai efisiensi akan turun pada kosentrasi inhibitor 1000 ppm dan seterusnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian korosi pada baja ASTM A36 antara pengelasan dan tanpa pengelasan dengan penambahan inhibitor ekstrak daun ketapang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan inhibitor ekstrak daun ketapang dapat menurunkan laju korosi pada baja ASTM A36 hasil proses pengelasan dan tanpa pengelasan dalam media korosi air gambut. Variasi konsentrasi berpengaruh kuat terhadap penurunan laju korosi ini dibuktikan dengan perbandingan tanpa inhibitor dan dengan penambahan inhibitor. Laju korosi tertinggi tanpa inhibitor pada material pengelasan didapat nilai 0,2544 mm/y
2. Konsentrasi inhibitor yang optimal untuk menghambat laju korosi pada baja ASTM A36 hasil proses pengelasan dan tanpa pengelasan terjadi pada konsentrasi 750 ppm untuk setiap waktu perendaman.
3. Konsentrasi inhibitor lebih efektif di aplikasikan pada material pengelasan di bandingkan dengan material tanpa pengelasan. Ini dibuktikan dari hasil tertinggi nilai efisiensi inhibitor pada material pengelasan didapat hasil 41,64% pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm, sedangkan pada material tanpa pengelasan didapat hasil 38,70% pada konsentrasi inhibitor 750 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun saran yang disampaikan yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan media korosi air gambut sebelum pengujian dipastikan pH antara wadah satu dan wadah lainnya sama, karna itu mempengaruhi perbedaan laju korosi pada saat penelitian sehingga hasil laju korosi tidak sesuai yang diinginkan.

2. Melakukan pengujian dengan inhibitor organik yang lain seperti daun talas atau yang lainnya untuk bisa membandingkan antara kedua inhibitor ini.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadi, M. R. (2003). Kandungan Tanin Terkondensasi Dan Laju Dekomposisi Pada Serasah Daun *Rhizophora mucronata* Lamk Pada Ekosistem Tambak Tum Pang Sari Di Blanakan, Purwakarta, Jawa Barat.
- Ahmed, S. M., Swamy, V., Gopkumar, P., & Dhanapal, R. (2005). Anti-diabetic activity of *Terminalia catappa* Linn. leaf extracts in alloxan-induced diabetic rats. *Iranian Journal of pharmacology and therapeutics*, 4(1), 36-0.
- Aidil, A. M. (1972). E. and Shams, "Corrosion inhibition by naturally occurring substance-I. the effect of hibiscus subdariffa (Karkade) extract on the dissolution of Al and Zn,". *Corros. Sci*, 12(2), 897-904.
- Alfaida, S. M., & Musdalifah, N. (2013). Jenis-Jenis Tumbuhan Pantai di desa Pelawa Baru Kecamatan Parigi Tengah Kabupaten Parigi Moutong dan Pemanfaatannya Sebagai buku Saku. *E-Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 1, 19-32.
- Annegowda, H. V., Nee, C. W., Mordi, M. N., Ramanathan, S., & Mansor, S. M. (2010). Evaluation of phenolic content and antioxidant property of hydrolysed extracts of *Terminalia catappa* L. leaf. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(8), 479.
- Backer, C.A.. and R.C. Bakhuizen .Van Den Brink 1963. Flora of Java. Vol I. N.V.P Noordhoff, Groningen, The Netherland.
- Charng, T., & Lansing, F. (1982). Review of corrosion causes and corrosion control in a technical facility. *TDA progress report*, 42(69), 145-156.
- Chen, X., Li, G., Lian, J., & Jiang, Q. (2008). An organic chromium-free conversion coating on AZ91D magnesium alloy. *Applied Surface Science*, 255(5), 2322-2328.
- Dalimunthe, I. S. (2004). Kimia dari inhibitor korosi. *Universitas Sumatra Utara*.

- Fontana, M. G. (1987). Corrosion engineering (3rd edition). New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Frazier, R. A., Deaville, E. R., Green, R. J., Stringano, E., Willoughby, I., Plant, J., & Mueller-Harvey, I. (2010). Interactions of tea tannins and condensed tannins with proteins. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 51(2), 490-495.
- Haryono, G., Sugiantoro, B., Farid, H., & Tanoto, Y. (2010). Ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi. *Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi*.
- Hastuti, K., & Gumelar, R. (2017) EFEKTIVITAS PROTEKSI KATODIK SEBAGAI PENGENDALIAN LAJU KOROSI PIPA MINYAK PADA LINGKUNGAN TANAH GAMBUT.
- Ilim, B. (2008). Hermawan, "Study penggunaan ekstrak buah lada, buah pinang dan daun teh sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam air laut buatan yang jenuh gas CO₂". *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. II*, 23.
- Khamis, E., Ameer, M. A., AlAndis, N. M., & Al-Senani, G. (2000). Effect of thiosemicarbazones on corrosion of steel in phosphoric acid produced by wet process. *Corrosion*, 56(02).
- Kondo, M., Naoki, N., Kazumi, K., & Yokota, H. O. (2004). Enhanced lactic acid fermentation of silage by the addition of green tea waste. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(7), 728-734.
- Pauly, G., 2001, "Cosmetic, Dermatological and Pharmaceutical Use of an Extract of Terminalia catappa", United States Patent Application no. 20010002265: 1- 2.
- Putra, D. K., & Anggono, A. D. (2017). *Pengaruh Proses Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Laju Korosi Material Baja ST 37 Pada Daerah HAZ Dan Base Metal Dengan Variasi Ampere 120,160,200* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

- Roberge, P. R. (1999). Corrosion inhibitors. *Handbook of corrosion engineering*, 833-862.
- Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi Pada Baja Mild Steel Dalam Pipeline. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(1), 45-50.
- Ross, T. K., & Francis, R. A. (1978). The treatment of rusted steel with mimosa tannin. *Corrosion Science*, 18(4), 351-361.
- Sa'adah, L. (2010). Isolasi dan identifikasi senyawa tanin dari daun belimbing wuluh (*averrhoa bilimbi* l.). *Skripsi tidak diterbitkan*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi-Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.
- Sanjaya, S., Santoso, G. C. K. W., Anggorowati, A. A., & Sudaryanto, Y. (2019). Pengendalian Laju Korosi Tembaga Pada Media Korosi Larutan NaCl dan HCl Dengan Menggunakan Tanin Daun Jambu Biji Sebagai Green Inhibitor. *Widya Teknik*, 18(2), 59-63.
- Shidiq, M. F., & Hidayatulloh, S. (2017). ANALISA PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK RIMPANG JAHE TERHADAP LAJU KOROSI INTERNAL PIPA BAJA ST 41 PADA AIR TANAH. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(1), 141-146.
- Surbakti, Y. C. (2017). *Analisa Laju Korosi Pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Baja Galvanis dengan Metode Kehilangan berat* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Triana, Y., Rinda, S. S., Jatmoko, A., & Sulistijono, S. (2018). Studi Penambahan Inhibitor Organik Ekstrak Daun Bawang Tiwai (*Eleutherine americana* Merr.) pada Baja API 5L dalam Lingkungan 3, 5% NaCl. *SPECTA Journal of Technology*, 2(3), 1-1.

Yusuf, S. (2008). Laju korosi pipa baja karbon A106 sebagai fungsi temperatur dan konsentrasi NaCl pada fluida yang tersaturasi gas CO₂. *Jakarta: Universitas Indonesia. Jakarta.*



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau