

TUGAS AKHIR

EFEKTIVITAS INHIBITOR EKTRAK DAUN KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*) UNTUK PERLINDUNGAN KOROSI BAJA ASTM A36 DALAM MEDIA H₂SO₄

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



Disusun Oleh:

WAHYUDA

NPM : 16.331.0121

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2021

**EFEKTIVITAS INHIBITOR EKTRAK DAUN KETAPANG
(TERMINALIA CATAPPA) UNTUK PERLINDUNGAN KOROSI BAJA
ASTM A36 DALAM MEDIA H₂SO₄**

Nama Mahasiswa : Wahyuda
NPM : 163310121
Jurusan : Teknik Mesin FT-UIR
Dosen Pembimbing : Dr. Kurnia Hastuti, ST, MT

ABSTRAK

Korosi adalah degradasi material terjadi pada suatu logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Korosi pada industri antara lain dapat menyerang tangki penyimpanan yang terbuat dari baja ASTM A36. *Coating* dapat dilakukan sebagai salah satu cara untuk meminimalisir terjadinya korosi, yaitu dengan melapisi permukaan logam sehingga mencegah kontak langsung dengan lingkungan. Pelapisan yang sering di gunakan adalah pelapisan dengan menggunakan cat akan tetapi cat terbuat dari senyawa kimia yang dapat mempengaruhi lingkungan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi penggunaan bahan kimia dengan bahan yang lebih organik. Pada penelitian ini, daun ketapang yang diketahui memiliki kandungan tannin digunakan sebagai pelapis pada baja ASTM A36. Spesimen uji dengan berbagai kondisi yaitu tanpa *coating*, *coating* cat, *coating* ekstrak daun ketapang dan *coating* campuran ekstrak daun ketapang dan cat 30 %, 50 %, dan 70 % direndam dalam H₂SO₄ selama 25 hari. Hasil penelitian menunjukkan pelapisan dengan menggunakan ekstrak daun ketapang dapat menurunkan laju korosi pada baja ASTM A 36. Hal ini ditunjukkan dengan turunnya laju korosi menjadi 0,0207 mm/y pada perendaman 5 hari 0,0164 mm/y pada perendaman 10 hari dibandingkan pada benda uji tanpa pelapis yang memiliki laju korosinya 0.0247 mm/y pada perendaman 5 hari 0,0167 mm/y pada perendaman 10 hari. Campuran cat dan ekstrak daun ketapang dapat di gunakan sebagai lapisan pelindung plat baja ASTM A36 ditunjukkan dengan laju korosi terendah pada konsentrasi ekstrak daun ketapang 70 %. Perubahan warna media korosi disebabkan karena ekstrak daun ketapang ikut tercampur ke dalam media korosif sehingga berfungsi sebagai inhibitor. Namun demikian meskipun laju korosi bukan yang paling rendah, namun campuran cat dengan ekstrak daun ketapang 30% memiliki kelebihan karena daya rekat cat relatif lebih stabil.

Kata kunci : Korosi, Baja ASTM A36, Ekstrak daun Ketapang, Tanin, Coating

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 **“EFEKTIVITAS INHIBITOR EKSTRAK DAUN KETAPANG (TERMINALIA CATAPPA) UNTUK PERLINDUNGAN KOROSI BAJA ASTM A36 DALAM MEDIA H₂SO₄ ”** 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 Dedy Hariadi, ibunda Arniah 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.,PhD 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.

Akhir kata, Penulis ucapkan terima kasih.

Pekanbaru, 5 September 2021

Wahyuda
163310121

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Korosi	6
2.2 Jenis – Jenis Korosi	7
2.2.1 Korosi Merata	7
2.2.2 Korosi Galvanis	7
2.2.3 Korosi Regangan.....	8
2.2.4 Korosi Celah	8
2.2.5 Korosi Sumuran	9
2.2.6 Korosi Erosi	10
2.2.7 Korosi Pelarutan Selektif.....	11
2.2.8 Korosi Mikrobiologis	11
2.2.9 Korosi Titik Embun.....	12
2.2.10 Korosi Antar Batas Butir	12
2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Korosi	14
2.4 Mekanisme Terbentuknya Korosi	15

2.5 Pengendalian Korosi.....	17
2.6 Pengendalian Korosi Dengan Inhibitor	21
2.7 Jenis-Jenis Inhibitor.....	21
2.8 Bahan Alam sebagai Alternatif Inhibitor Korosi	23
2.9 Tanin.....	24
2.10 Laju Korosi.....	26
2.11 Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor.....	26
2.11.1 Perhitungan Laju Korosi.....	26
2.11.2 Baja ASTM A36	29
2.12 Ketapang	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat.....	31
3.2.2 Bahan.....	37
3.3 Langkah-Langkah Melakukan Pengujian	40
3.3.1 Persiapan Spesimen.....	40
3.3.2 Pembuatan Bak Pengujian Korosi	43
3.3.3 Persiapan Media korosif.....	43
3.3.4 Pembuatan Inhibitor.....	43
3.3.5 Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR)	44
3.3.6 Pencampuran Inhibitor dengan Cat.....	45
3.3.7 Pengecatan	45
3.3.8 Penimbangan Berat Awal Spesimen	46
3.3.9 Data Kehilangan Berat Spesimen	46
3.3.10 Perhitungan Laju Korosi.....	48
3.3.11 Pengamatan Permukaan.....	50
3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian	50
3.5 Diagram Alir	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52

4.1 Tingkat Keasaman Larutan Pengkorosi.....	52
4.2 Hasil Uji Tanin Exstrak Daun Ketapang	53
4.3 Analisa FTIR (Fourierd Transfrom Infrared).....	54
4.4 Komposisi Baja ASTM A36	55
4.5 Kehilangan Berat	55
4.6 Laju Korosi	59
4.7 Perhitungan Efisiensi Variasi <i>Coating</i>	63
4.8 Analisa Struktur Mikro	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Korosi Pada Logam	6
Gambar 2.2 Korosi Galvanis	8
Gambar 2.3 Skema Korosi Galvanis Dengan Dua Logam	8
Gambar 2.4 Korosi Regangan	8
Gambar 2.4 Korosi Sumuran.....	10
Gambar 2.5 Korosi Erosi.....	11
Gambar 2.6 Korosi Mikrobiologi	12
Gambar 2.7 Pembentukan karat pada seng	16
Gambar 2.8 Struktur molekul tannin	24
Gambar 2.9 Struktur besi (III) dengan Tanin	25
Gambar 2.10 Pohon ketapang.....	30
Gambar 3.1 Kertas indikator universal	31
Gambar 3.2 Gelas ukur	32
Gambar 3.3 Timbangan digita.....	32
Gambar 3.4 Gerinda potong	33
Gambar 3.5 Jangka sorong.....	33
Gambar 3.6 Baskom.....	34
Gambar 3.7 Kertas saring.....	34
Gambar 3.8 Blender	35
Gambar 3.9 Kuas cat.....	35
Gambar 3.10 Thickness gauge	35
Gambar 3.11 Rotary vacum evaporator	36
Gambar 3.12 Fourier tranform infrared (FTIR)	36
Gambar 3.13 Daun ketapang	37
Gambar 3.14 Asam sulfat.....	37
Gambar 3.15 Etanol 70%	38
Gambar 3.16 Aquades.....	38
Gambar 3.17 Baja ASTM A36.....	39
Gambar 3.18 Cat Epoxy.....	39

Gambar 3.19 Spesimen	41
Gambar 3.20 Bak Pengujian.....	42
Gambar 3.21 Mikroskop Struktur Micro OLYMPUS	46
Gambar 3.22 Diagram alir.....	50
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran (Ph) Larutan H ₂ SO ₄ Menggunakan Kertas Indikator Universal Dan Ph Meter.....	51
Gambar 4.2 Pengujian Tanin.....	52
Gambar 4.3 Hasil FTIR Pada Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang	53
Gambar 4.4 Grafik Kehilangan Berat Berdasarkan Variasi <i>Coating</i> Dengan Waktu	56
Gambar 4.5 Grafik Laju Korosi Terdapat Variasi <i>Coating</i> Dan Waktu Perendaman	61
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Pelapis <i>Coating</i> Terhadap Variasi <i>Coating</i> dan Waktu Perendaman	65
Gambar 4.7 Pengaruh Pelapisan Menggunakan Inhibitor Dan Cat Pada Korosi Waktu Perendaman 5 Hari	67
Gambar 4.8 Pengaruh Pelapisan Menggunakan Inhibitor Dan Cat Pada Korosi Waktu Perendaman 15 hari	68
Gambar 4.9 Pengaruh Waktu Perendaman Pada Korosi Dengan Tanpa <i>Coating</i>	70
Gambar 4.10 Pengaruh Waktu Perendaman Pada Korosi Dengan <i>Coating</i> Inhibitor	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya	27
Tabel 2.2 Konversi Perhitungan Laju Korosi.....	27
Tabel 2.3 Distribusi kualitas ketahanan korosi suatu material	27
Tabel 2.4 Kandungan kimia Baja ASTM A36	29
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Pada Baja ASTM A36	40
Tabel 3.2 Data berat awal (W1) spesimen	45
Tabel 3.3 Data kehilangan berat spesimen setelah dilakukan perendaman	46
Tabel 3.4 Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya	47
Tabel 3.5 Konversi Perhitungan Laju Korosi.....	47
Tabel 3.6 Efisiensi inhibitor korosi.....	48
Tabel 4.1 Uji Komposisi Baja ASTM A36	54
Tabel 4.2 Data Kehilangan Berat.....	55
Tabel 4.3 Nilai Laju Korosi Pada Setiap Spesimen.....	60
Tabel 4.4 Efisiensi <i>Coating</i>	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja karbon rendah memiliki kekuatan yang baik, dapat di ubah bentuk dan dapat di las akan tetapi di sisi lain baja ini mudah terkorosi. Baja A 36 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan di industri minyak dan kimia sebagai material tangki penyimpanan fluida. Tangki timbun minyak mentah mudah terkorosi di karenakan terkontaminasi oleh lingkungan asam, begitu juga di industri kimia tangki penyimpanan asam sulfat sangat mudah terpapar korosi. Akibatnya terjadinya kebocoran pada tangki, terhentinya proses produksi bahkan juga membahayakan pekerja. Selain itu dampak korosi dapat merusak peralatan mekanikal di industri yang dapat mengurangi umur pakai komponen mesin. Asam sulfat adalah asam kuat yang sangat berpotensi menyebabkan korosi. (Adhi Setiawan, 2018). Lingkungan industri juga sering terpapar hujan asam yang dapat menjadi salah satu faktor terjadinya korosi. Pada dasarnya stainless steel UNS S304, UNS S316, serta baja karbon digunakan sebagai material dalam pengurangan laju korosi media asam sulfat. Baja karbon memiliki laju korosi yang jauh lebih besar di bandingkan dengan stainless steel UNS S304 dan UNS S316 namun baja karbon lebih terjangkau. Perbedaan harga antara baja karbon dan stainless steel UNS S304 cukup besar. Oleh karena itu penggunaan material baja karbon lebih disukai oleh banyak industri terutama jenis baja karbon ASTM A36 sebagai bahan konstruksi pada industri pengguna asam sulfat sebagai bahan produksinya (Panossian, 2012).

Korosi terjadi karena adanya reaksi kimia atau elektrokimia dan proses ini menyebabkan terjadinya kerusakan pada logam. Pada material yang terbuat dari logam maupun non logam, korosi dapat berdampak terhadap kerugian biaya yang sangat besar. Korosi tidak dapat di hentikan tetapi dan dihilangkan tetapi lajunya dapat di kurangi. Kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi

berkurangnya kekuatan dari baja itu sendiri dan menurunnya kekuatan leleh, kekuatan tarik membuat berkurangnya kekuatan mekanis material. Pada tangki sendiri dapat mengakibatkan kebocoran. Faktor gas terlarut oksigen, temperatur, PH dan bakteri adalah penyebab korosi. Ada dua hal penting yang mempengaruhi laju korosi yaitu logam dan lingkungannya.

Berbagai cara telah dilakukan untuk meminimalisir laju korosi, salah satunya dengan pelapisan. Pada penggunaan di industri, *coating* dengan cat di nilai lebih mudah dilakukan tetapi memerlukan biaya sesuai dengan kualitas zat kimia yang terkandung pada cat. Selain itu, cat tidak ramah lingkungan karena penggunaan bahan kimia dalam pelapisan secara jangka panjang sangat berpengaruh bagi lingkungan. Alasan inilah yang menjadi dasar perlunya cara alternatif yg lebih ramah lingkungan salah satunya dengan pemakaian inhibitor alami. Sejauh ini penggunaan inhibitor alami merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, terutama penggunaan inhibitor alami dalam metode *coating*, karena biayanya yang relatif murah dan mudah di temui di lingkungan kita. (Hermawan,2007). Jenis korosi yang penanggulangannya dapat di *coating* di antaranya uniform attack (korosi seragam), Pitting corrosion (korosi sumur), erosion corrosion (korosi erosi), beberapa jenis korosi tersebut bisa di minalisir laju korosinya dengan inhibitor korosi dengan metode *coating*.

Penggunaan inhibitor alami selain menguntungkan perusahaan juga ramah lingkungan banyak inhibitor alami yang bersal dari alam dan memiliki efektifitas yang berbeda beda dalam menghambat laju korosi perlunya mengetahui efektifitas suatu inhibitor dalam mengurangi laju korosi terutama untuk mendapatkan hasil optimal dari green inhibitor, terutama dalam mengetahui efektifitas inhibitor dengan cat sebagai pelapis *coating*, seberapa efektifkah inhibitor ekstrak daun ketapang sebagai *coating* untuk menanggulangi laju korosi,

Ketapang atau katapang (*Terminalia catappa*) adalah nama sejenis pohon tepi pantai yang rindang. ketapang kerap dijadikan pohon peneduh di taman-taman dan bahkan di halaman rumah kita, buah dari pohon ketapang dapat di konsumsi

tetapi tidak itu saja banyak manfaat dari pohon ketapang. Daun ketapang juga di gunakan sebagai obat penyembuh luka, banyak penelitian yang telah di lakukan mengenai manfaat dari daun pohon ketapang diantaranya dalam menghambat laju korosi. Hal ini disebabkan karena daun ketapang mengandung zat tanin yang dapat dijadikan sebagai inhibitor korosi alami. Tanin merupakan salah satu senyawa organik yang berpotensi sebagai inhibitor korosi karena sifatnya yang dapat membentuk kompleks dengan logam dan merupakan senyawa organik ramah lingkungan. Hal ini juga diperkuat oleh sifat tanin yang mampu menyerap logam-logam berat, transisi, dan bahkan uranium (Rochmat,2016).

Mengutip dari Heri Supomo (2013) penggunaan inhibitor alami pada cat, dapat mempengaruhi laju korosi untuk pelat A36. Dari hasil pengujian di dapat semua inhibitor alami yang di gunakan efektif sebagai inhibitor korosi untuk cat pada plat A36, kecuali inhibitor kopi dengan kosentrasi 2% yang nilai laju korosinya di atas dari nilai laju korosi sampel pembanding yaitu cat dekoratif. Perlu di lakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektifitas cat dan inhibitor ekstrak daun ketapang dalam mengurangi laju korosi pada baja A 36 dalam media asam sulfat.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Seberapa efektifkah inhibitor korosi dari daun ketapang untuk mengurangi laju korosi dalam media asam sulfat.
2. Bagaimana perbedaan laju korosi dengan menggunakan *coating* cat, *coating* ekstrak daun ketapang, dan *coating* campuran ekstrak daun Ketapang dengan 30 % , 50 % dan 70 % cat.
3. Campuran dengan kosentrasi berapakah yang baik di gunakan sebagai pelapis pelindung untuk melindungi baja ASTM A36.

1.3 Tujuan Penelitian

Disetiap penelitian tentu ada tujuan yang ingin dicapai, Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan efektifitas inhibitor ekstrak daun ketapang sebagai *coating* dalam mengurangi laju korosi
2. Membandingkan *coating* cat dengan *coating* ekstrak daun ketapang dalam mengurangi laju korosi
3. Mengetahui kosentrasi terbaik pada campuran ekstrak daun ketapang dan cat

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan banyak menimbulkan permasalahan-permasalahan yang akan terjadi. Oleh karena itu penulis membatasi penelitian ini, agar tidak keluar atau menyimpang dari materi pembahasan. Dimana pembahasannya sebagai berikut :

1. Material yang di gunakan baja ASTM A 36
2. Media pengkorosi asam sulfat 10 %
3. Pelapis Cat Dengan jenis Epoxy dengan variasi tanpa *coating*, *coating* cat, *coating* ekstrak daun ketapang, campuran cat dan inhibitor 30 %, 50 % dan 70 %
4. Uji korosi di lakukan dengan metode perendaman berdasarkan kehilangan berat dan pengujian inhibitor dengan FTIR

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang dasar teori yang digunakan dalam pembahasan atau penyelesaian yang berkaitan dengan dengan solusi penyelesaian masalah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang diagram alir penelitian, tempat penelitan, alat dan bahan, prosedur penelitian, table data yang digunakan untuk penelitian dan jadwal kegiatan penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil dari penelitian dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

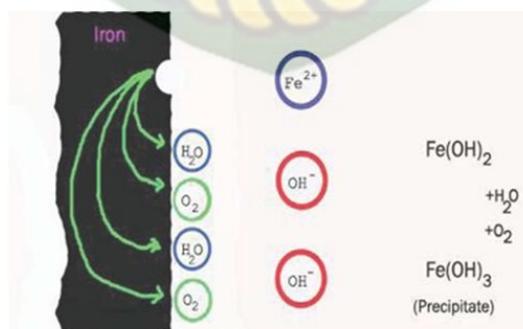
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Korosi

Korosi dan degradasi material merupakan suatu peristiwa rusaknya atau turunnya kualitas suatu bahan logam hasil destuktrif reaksi kimia logam terhadap lingkungannya. Beberapa ahli berpendapat korosi hanya berlaku terhadap logam saja, tetapi para ahli material juga ada yang beranggapan istilah korosi berlaku juga untuk material non logam, seperti keramik, polymer,dan karet. Sebagai contoh rusaknya cat karet akibat terpapar panas dingin mathari atau terkena zat kimia yang sifatnya korosif, korosinya material logam di wilayah industri akibat terpapar hujan yang mengandung asam yang mencemari udara. (AR Hakim, 2012).

Secara umum peroses terjadinya korosi terjadi di suatu larutan akibat dari logam yang teroksidasi di dalam larutan korosif.dan melepaskan electron untuk membentuk muatan ion logam yang positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum yang terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat H⁺ dan H₂O karbon di oksida yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam berdampak mengakibatkan pengelupasan pelarutan logam kedalam larutan yang terjadi secara terus menerus (Alfin;2011).mekanisme korosi pada logam dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Mekanisme Korosi Pada Logam

2.2 Jenis – Jenis Korosi

Adapun jenis – jenis korosi yang terjadi di lingkungan akibat berbagai faktor akan di jelaskan sebagai berikut.

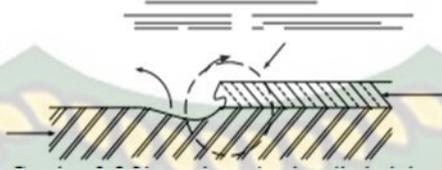
2.2.1 Korosi Merata

Korosi merata adalah bentuk korosi yang sering kita jumpai di lingkungan kita. Permukaan logam di tutupi oleh karat secara merata. akibatnya Logam berubah menipis dan pada akhirnya mengakibatkan pengeroposan pada logam itu sendiri. Sebagai contoh, potongan plat baja atau baja holo di celupkan pada larutan asam sulfat cair, biasanya permukaannya akan habis secara seragam kerusakan permukaan terlihat pada permukaan baja tersebut. Contoh korosi merata yang terjadi pada pelat baja atau perabot di rumah, permukaannya bersih dan bahannya sama logam, bila dibiarkan di udara terbuka beberapa bulan maka akan terbentuk karat merata pada bagian permukaannya. Korosi merata merupakan keadaan kerusakan yang menyebabkan kerusakan yang parah, namun demikian korosi ini sering di abaikan di lingkungan kita di karenakan umur dari material sendiri yang terkorosif dapat diperkirakan secara akurat dengan pengujian lain yang lebih sederhana. Korosi merata dapat dilakukan pencegahan dengan cara melapisinya *Coating*, inhibitor buatan maupun alami.

2.2.2 Korosi Galvanis

Korosi galvanis merupakan jenis korosi terjadi pada dua macam logam yang berbeda bersentuhan secara langsung dalam media korosif. Logam yang memiliki potensial korosi lebih tinggi akan terkorosi lebih cepat di bandingkan logam yang tidak dihubungkan langsung dengan baja yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah. Logam yang memiliki potensial korosi yang lebih rendah akan kurang terkorosi dari pada kalau logam tersebut sendiri dan tidak bersentuhan langsung dengan baja yang mempunyai potensial korosi lebih tinggi. Pada peristiwa ini terbentuklah sebuah sel galvanik, dengan baja yang berpotensi korosi lebih tinggi sebagai anoda dan logam yang berpotensi korosi lebih rendah sebagai katoda

Sekema dari korosi galvanis dan korosi galvanis dapat di lihat pada gambar 2.2 dan 2.3



Gambar 2.2 Skema korosi galvanis Dengan dua logam



Gambar 2.3 Galvanic Corrosion (Adhi,2011)

2.2.3 Korosi Regangan

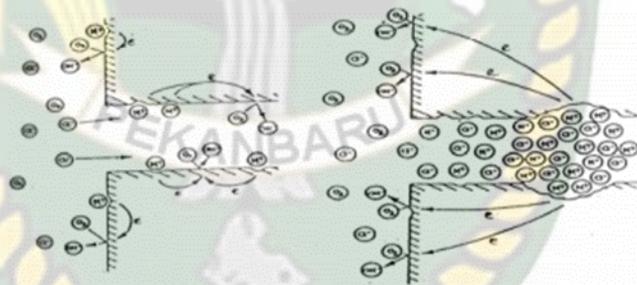
Korosi ini di akibatkan karena pemberian tegangan tarikan atau kompresi yang melebihi batas tegangannya. Kegagalan ini sering disebut retak karat regangan (RKR). Sifat retak jenis ini tiba-tiba terjadinya, regangan biasanya bersifat internal atau merupakan sisa hasil pengerjaan (residual) seperti pengeringan, pengepresan dan lain-lain. Korosi regangan dapat di lihat pada gamb



Gambar 2.3 Korosi Regangan (Adhi,2011)

2.2.4 Korosi Celah

Korosi celah merupakan sel korosi yang penyebabnya berbedanya kandungan zat asam. Karat ini terjadi, karena adanya celah sempit terisi larutan elektrolit air yang hidrogennya rendah maka terjadinya suatu sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar celah yang basah oleh air yang lebih tinggi mengandung zat asam dari pada permukaan sebelah dalam celah yang terkandung zat asam rendah sehingga sifatnya anodic. Korosi celah termasuk korosi yang sering terjadi. Jenis korosi banyak terjadi pada konstruksi bahan baja, seperti kaki-kaki konstruksi, drum maupun tanki. Kita dapat melihat jenis korosi ini pada peralatan tube dari alat penukar kalor dengan tubesheet-nya. Adanya korosi bisa kita amati dengan warna coklat di sekitar celah. jenis korosi ini terjadi akibat terperangkapnya elektrolit sebagai lingkungan korosif di sela - sela yang terbentuk di bagian peralatan konstruksi. mekanisme korosi celah dapat di lihat pada gambar 2.4 di bawah.



Gambar 2.4 Mekanisme Korosi Celah

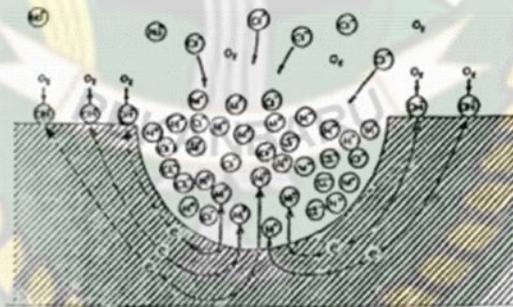
2.2.5 Korosi Sumuran

Korosi sumuran juga termasuk korosi yang sangat umum. Jenis korosi ini memiliki bentuk seperti lubang, sehingga disebut sumuran. Arah perambatan korosi tidak menyebar ke seluruh bagian logam melainkan memasuki ke arah ketebalan logam dan mengakibatkan konstruksi mengalami kebocoran. Walaupun tidak sampai habis terkorosi, konstruksi tidak dapat berjalan optimal, bahkan mungkin produksi terhenti sehingga menyebabkan proses produksi di hentikan

Korosi sumuran sering terjadi pada baja karbon rendah, terutama pada lingkungan yang tidak bergerak (stasioner) dan non-oksidator (tidak mengandung oksigen). Korosi sumuran dan mekanismenya dapat dilihat pada gambar 2.3 dan 2.4 berikut :



Gambar 2.5 Korosi Sumuran (Budi,2019)



Gambar 2.6 Mekanisme korosi sumuran

2.2.6 Korosi Erosi

Korosi erosi adalah terjadinya korosi yang bersamaan dengan erosi/abrasi. Korosi jenis ini biasanya menyerang material yang lingkungannya adalah fluida yang bergerak, seperti fluida dalam pipa ataupun terpaan dan gerusan ombak ke kaki-kaki jetty. Keganasan fluida korosif yang bergerak diperhebat oleh adanya dua fase bahkan lebih dalam fluida tersebut, misalnya adanya fase liquid dan gas secara

serentak, adanya fase liquid dan solid secara bersamaan ataupun adanya fase liquid, gas dan solid secara bersamaan. Kavitasi adalah contoh erosi corrosion pada peralatan yang bergerak di lingkungan fluida yang bergerak, seperti impeller pompa dan sudu-sudu turbin. Erosion / abrasion corrosion juga terjadi di saluran gas-gas hasil pembakaran. Korosi erosi dapat di lihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Korosi Erosi (Budi,2019)

2.2.7 Korosi Pelarutan Selektif

Korosi pelarutan selektif sangat berkaitan dengan medianya suatu komponen dari zat paduan yang biasa disebut pelarutan selektif. Zat komponen yang larut selalu bersifat anodic terhadap material yang lain. Walaupun secara kasat mata adanya perubahan pada warna permukaan paduan tetapi tidak tampak adanya hilangnya materi berupa takik, Perubahan dimensi, retak atau alur

2.2.8 Korosi Mikrobiologis

Korosi ini disebabkan oleh mikroorganisme yang melakukan metabolisme secara langsung dengan logam sehingga hasil akhir akan menimbulkan korosi, atau dapat pula hasil reaksinya membuat lingkungan yang korosif. seperti mikroba sulfat

anaerobic atau *Desulfofibrrio desulfuricans*. Korosi mikrobiologis dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Korosi Mikrobiologi (Budi,2019)

2.2.9 Korosi Titik Embun

Karat titik embun ini terjadi karena faktor kelembaban udara yang memicu terjadinya titik embun atau kondensasi, tanpa adanya unsur kelembaban relatif, segala macam zat kontaminan (zat pencemar) tidak akan atau kemungkinan kecil menyebabkan korosi. Titik embun sangat bersifat korosif sekali terutama terjadi di daerah pesisir pantai dimana banyak partikel zat air asin yang terbawa oleh udara dan bersentuhan dengan permukaan baja atau di daerah kawasan industri yang kaya akan polusi udara.

2.2.10 Korosi Antar Batas Butir

Pada wilayah batas butir memiliki sifat yang lebih reaktif. Banyak ataupun sedikitnya batas butir akan sangat mempengaruhi kegunaan baja tersebut. Jika semakin sedikit batas butir pada suatu material maka kekuatan material tersebut akan turun . Jika logam terserang korosi, maka di daerah batas butir akan terkena serangan terlebih dahulu dibandingkan daerah yang jauh dari batas butir. Serangan korosi yang terjadi pada wilayah batas butir dan wilayah yang berdekatan dengan batas butir hal ini biasa disebut intergranular corrosion. Intergranular corrosion dapat terjadi karena adanya kotoran pada daerah batas butir, di tambahkan pada

salah satu unsur paduan, atau penurunan salah satu unsur di daerah batas butir. Sebagai contoh campuran besi dan aluminium, dimana kelarutan besi lambat maka akan terjadi serangan pada batas butir. Beberapa kegagalan pada 18-8 baja karbon telah terjadi karena intergranular corrosion. Ini terjadi dalam lingkungan dimana paduan harus memiliki daya tahan korosi yang sangat baik. Ketika baja di panaskan pada suhu mencapai 9500 F sampai 14500 F, logam tersebut akan peka atau rentan terhadap intergranular corrosion. Sebagai contoh untuk penanganan terjadinya intergranular corrosion, maka prosedur kepekaan di panaskan pada temperatur 12000 F selama satu jam. Kebanyakan teori tentang terjadinya intergranular corrosion didasarkan pada kehilangan atau penipisan kromium di daerah batas butir. Penambahan kromium pada baja akan meningkatkan ketahanan korosi diberbagai kondisi lingkungan. Umumnya penambahan tersebut berkisar antara 10% kromium untuk pembuatan baja karbon tahan karat. Jika kromium secara efektif diturunkan ketahanan terhadap korosi akan berkurang.

Berdasarkan lingkungannya, korosi dapat dibedakan ke dalam dua kategori yaitu sebagai berikut :

1. Korosi Lingkungan Gas (Dry Corrosion)
2. Korosi Lingkungan Cairan (Wet Corrosion)

Korosi lingkungan gas dapat terjadi pada lingkungan udara ataupun lingkungan gas yang lainnya. Korosi lingkungan zat cairan dapat terjadi pada lingkungan air maupun cairan yang lainnya. Korosi dapat kita bedakan berdasarkan suhu korosif yang melingkungi permukaan konstruksi logam. Berdasarkan suhu korosif ini, korosi dibedakan menjadi dua kategori, yaitu :

1. Korosi Suhu Tinggi (High Temperature Corrosion)
2. Korosi Biasa/ Suhu Kamar (Normal Temperature Corrosion)

High Temperature Corrosion terjadi pada burner, boiler, reformer, reaktor, dsb. Korosi jenis ini banyak terjadi dalam suasana lingkungan gas.

2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Korosi

Ada berapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses terjadinya korosi antara lain :

1. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor penting dalam terjadinya peroses korosi, di mana Kenaikan Temperatur maka akan menyebabkan bertambahnya kecepatan laju korosi. Hal ini terjadi karena jika semakin tinggi temperatur maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan bertambah sehingga melampaui nilai dari harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya. (Fogler, 1992).

2. Kecepatan Aliran Fluida atau Kecepatan Pengadukan

Laju korosi cenderung semakin bertambah apabila laju atau kecepatan aliran dari fluida bertambah besar. Hal ini di karenakan kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin tinggi sehingga ion-ion logam akan makin bertambah yang lepas sehingga logam akan mengalami kerapuhan (korosi). (Kirk Othmer, 1965).

3. Konsentrasi Bahan Korosif

Dalam Hal ini berkaitan dengan kandungan hidrogen atau keasaman pH dan kebasaan suatu larutan. Larutan yang memiliki sifat asam sangat korosif terhadap material logam dimana logam yang berada di dalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995).

4. Oksigen

Merupakan zat yang terkandung di dalam udara dapat bersinggungan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga menyebabkan terjadinya korosi lebih

besar. Di lingkungan air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi (Djaprie,1995).

5. Waktu Kontak

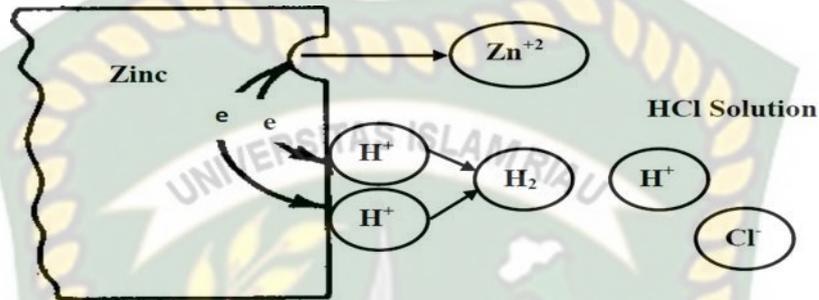
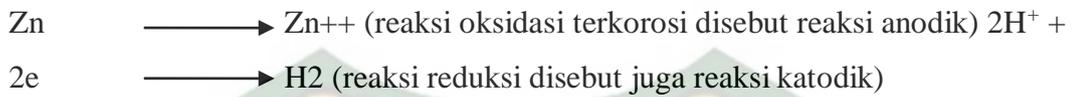
Waktu kontak dapat menyebabkan terjadinya korosi, laju korosi sangat berkaitan kuat dengan waktu. Pada faktanya semakin bertambahnya waktu logam berinteraksi dengan lingkungan yang korosif maka semakin cepat tingkat korosifitasnya. Tambahan bio inhibitor diharapkan dapat menambah ketahanan logam terhadap korosi lebih tinggi. Dengan adanya campuran bio inhibitor kedalam media, maka akan menyebabkan laju korosi menjadi lebih rendah, sehingga waktu perlindungan inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis semakin bertambahnya waktu, hal itu dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan. (Uhlig; 1958).

2.4 Mekanisme Terbentuknya Korosi

Terjadinya proses mekanisme korosi secara umum terjadi di dalam suatu larutan berawal dari spesimen logam yang teroksidasi di dalam medianya dan mengirimkan elektron untuk membuat partikel logam yang bermuatan positif. medium yang bergerak sebagai katoda dengan reaksi yang terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini dapat terjadi di permukaan logam sehingga akan menyebabkan pengkroposan akibat media logam kedalam larutan secara berulang-ulang (Alfin; 2011).

Secara termodinamika, siklus korosi adalah sifat kecenderungan logam biasa untuk kembali ke keadaan normalnya atau ke ikatan yang lebih stabil. Pada suhu rendah dan basah, konsumsi terjadi mengingat instrumen respons elektrokimia yang membuat respons oksidasi dan respons penurunan. Respon elektrokimia dapat diuraikan sebagai respon senyawa yang meliputi pertukaran elektron dari anoda (-) ke katoda (+) dalam susunan elektrolit.

Contoh reaksi antara seng dengan asam klorida :



Gambar 2.9 Pembentukan karat pada seng

(Fig. 17.1 is from M.G. Fontana, Corrosion Engineering, 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, 1986)

Terjadi secara tiba-tiba, sehingga kita tidak bisa menghentikan konsumsi atau lenyap sama sekali. korosi harus dikendalikan atau dikurangi kecepatannya dengan tujuan menunda interaksi yang merugikan. Ada begitu banyak efek yang ditimbulkan oleh peristiwa ini, berikut adalah beberapa konsekuensi buruk yang dapat ditimbulkan oleh siklus korosi :

1. Mengakibatkan Patahnya peralatan mesin yang berputar karena korosi, merugikan dari segi materi dan mengancam keselamatan jiwa pekerja.
2. Hancurnya peralatan bertekanan dan/atau bertemperatur tinggi karena korosi, yang selain merusak komponen juga membahayakan keselamatan
3. Hancurnya peralatan konstruksi karena lapuk oleh korosi sehingga tidak bisa dipakai lagi sebagai bahan konstruksi, dan harus diganti dengan yang baru.
4. Hilangnya keindahan konstruksi karena tampaknya produk korosi yang menempel pada permukaannya.

5. Bocornya peralatan, seperti : tangki, pipa dan sebagainya, sehingga tidak bisa berfungsi optimal. Peralatan yang bocor/rusak juga mengakibatkan produk ataupun fluida kerja tercemar oleh fluida atau bahan-bahan lain, maupun oleh senyawa-senyawa hasil korosi. Bocor atau rusaknya peralatan juga merugikan dari segi materi, akibat hilangnya produk berharga. Kebocoran/kerusakan bisa mengakibatkan terhentinya proses produksi, bahkan membahayakan pencemaran lingkungan akibat bocornya bahan berbahaya ke lingkungan.
6. Biaya yang di keluarkan menjadi lebih besar dikarenakan dampak korosi yang sudah parah mengharuskan mengganti peralatan yang rusak akibat korosi serta biaya dalam penanggulangan laju korosi
7. Berkurangnya kekuatan material akibat korosi yang dapat mempermudah resiko ke gagal pada material sehingga terhentikan aktifitas produksi yang menimbulkan kerugian pada perusahaan dan membahayakan keselamatan pekerja.

2.5 Pengendalian Korosi

Proses korosi pada logam secara elektrokimia disebabkan oleh komposisi kimia logam tidak sama sehingga terjadilah penurunan kualitas logam. reaksi seperti ini adalah reaksi yang berlangsung secara langsung. Oleh karna itu, proses terjadinya korosi logam oleh lingkungannya adalah proses yang spontan dan terjadinya tidak dapat kita cegah. Di situasi praktis seperti itu, serangan korosi hanya dapat di kurangi lajunya sehingga struktur dan komponen dari logam mempunyai masa pakai yang lebih awet. Walaupun demikian pengendalian korosi harus di lakukan semaksimal mungkin, karena di lihat dari segi ekonomi dan tingkat keamanan merupakan hal yang tidak boleh kita tinggalkan ataupun kita sepelekan (Widharto, 2004).

Upaya untuk perlindungan logam yang telah di kenal saat ini menawarkan solusi yang lebih baik dalam usaha melawan serangan korosi. Karena biaya yang harus dikeluarkan dan penggunaan metode yang tersedia bisa disesuaikan dengan

kondisi dan kebutuhan. Dalam metode pengendalian korosi dibedakan ke dalam 5 (lima) kategori, yaitu sebagai berikut :

a. Desain

Usaha mengurangi laju korosi sebaiknya sudah dilakukan sejak tahapan desain proses. Para pakar material korosi sebaiknya ikut di libatkan dalam desain proses dari sejak pemilihan desain, menentukan kondisi-kondisi prosesnya, penentuan bahan- bahan konstruksi, pemilihan lay-out, saat konstruksi sampai tahap start-upnya. Di antara cara-cara penanggulangan korosi dari segi desain yang sering digunakan adalah:

1. Isolasi alat dari lingkungan korosif
2. Mencegah hadir/terbentuknya elektrolit
3. Jaminan lancarnya aliran fluida
4. Mencegah korosi erosi/abrasi akibat kecepatan aliran
5. Mencegah terbentuknya sel galvanik

b. Pemilihan Material

Bahan untuk materialnya harus di pilih dari bahan tahan korosi. Apalagi jika lingkungannya korosif. Ketahanan korosi masing-masing bahan tidak sama berbagai macam lingkungan. Mungkin suatu bahan sangat tahan korosi dibanding bahan-bahan lain pada lingkungan tertentu. Tetapi bahan yang sama mungkin yang paling rawan korosi pada lingkungan yang berbeda di banding dengan bahan-bahan yang lain. Di antara bahan-bahan konstruksi yang paling sering digunakan adalah :

1. Besi
2. Aluminium
3. Timah hitam
4. Tembaga
5. Nikel

6. Timah putih

7. Titanium

c. Perlakuan Lingkungan

Upaya perlakuan lingkungan ini sangat penting dalam menanggulangi korosi di lingkungan industri. Lingkungan korosif di upayakan menjadi tidak atau kurang korosif.

Ada dua macam cara perlakuan lingkungan yaitu :

1. Perubahan media/elektrolit. Misalnya penurunan suhu, penurunan kecepatan alir, penghilangan oksigen atau oksidator, perubahan konsentrasi
 2. Penggunaan inhibitor. Inhibitor adalah suatu bahan kimia yang jika ditambahkan dalam jumlah yang kecil saja kepada lingkungan media yang korosif, akan menurunkan kecepatan korosi. Inhibitor bekerja menghambat laju korosi.
- d. Pelapisan

Metode pelapisan atau *coating* adalah suatu upaya mengendalikan korosi dengan melapisi suatu inhibitor pada permukaan logam besi. Misalnya, dengan pengecatan atau penyepuhan logam. Penyepuhan besi biasanya menggunakan logam krom atau timah. Kedua logam ini dapat membentuk lapisan oksida yang tahan terhadap lapisan film permukaan dari oksida logam hasil oksidasi yang tahan terhadap korosi lebih lanjut. Logam seng juga digunakan untuk melapisi besi (galvanisir), tetapi seng tidak membentuk lapisan oksida seperti pada krom dan timah, melainkan berkarbon demi besi. Ada dua macam cara pelapisan, yaitu :

1. Pelapisan dengan bahan logam. Pada pelapisan dengan bahan logam, dapat digunakan bahan-bahan logam yang lebih inert maupun yang kurang inert sebagai bahan pelapis. Pemakaian kedua macam bahan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

2. pelapisan dengan bahan non logam. Yaitu dengan pelapis berbahan dasar organik seperti cat polimer dan pelapis berbahan dasar anorganik

e. Proteksi Katodik dan Anodik

Proteksi katodik merupakan metode pencegahan korosi pada logam dengan cara logam yang ingin dilindungi dijadikan lebih bersifat katodik. Apabila dilakukan dengan arus listrik dari power suplai maka disebut arus tanding, dan jika dihubungkan dengan logam lain disebut anoda korban.

Proteksi katodik sangat efektif untuk melindungi korosi eksternal pada pipa saluran yang berada di bawah tanah atau dibawah air laut. Namun penggunaan metoda ini dapat menimbulkan masalah baru yang harus dipertimbangkan, seperti arus sesat (stray-current) yang justru dapat meningkatkan laju korosi pada logam lain di sekitar logam yang dilindungi, melepuhnya permukaan logam (blistering), retak pada struktur, rusaknya lapisan cat, dan apabila dilakukan pada aluminium maka dapat merusak lapisan pasif.

Proteksi anodik adalah metoda perlindungan logam terhadap korosi dengan cara merubah potensial logam menjadi lebih positif. Metoda ini juga digunakan untuk melindungi korosi internal pada tangki atau vessel, namun hanya efektif jika logam dan lingkungan dapat membentuk lapisan pasif. Biaya instalasi, maintenance, dan power yang cukup besar merupakan parameter yang harus dipertimbangkan ketika memilih metoda ini.

Oleh karena itu, dalam rangka pengendalian korosi kita perlu mengenal lingkungan beserta sifat-sifatnya, macam-macam logam yang dipakai serta daya tahan terhadap lingkungannya dan peristiwa serta bentuk-bentuk korosi yang diperkirakan akan terjadi, tetapi faktor ekonomi dalam tiap pengendalian korosi merupakan faktor yang paling menentukan (Listiawati; 2002).

2.6 Pengendalian Korosi Dengan Inhibitor

Inhibitor adalah senyawa kimia yang apabila ditambahkan kedalam lingkungan dalam jumlah sedikit dapat menghambat laju korosi. Penggunaan inhibitor hingga saat ini masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi internal pada logam, dan dijadikan sebagai pertahanan utama industri proses dan ekstraksi minyak. Inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan (tinggal tetes), dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas. Adapun mekanisme kerjanya dapat dibedakan sebagai berikut :

1. 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.
2. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi dan endapan yang terjadi cukup banyak.
3. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
4. Inhibitor menghilangkan kontituen yang agresif dari lingkungannya

2.7 Jenis-Jenis Inhibitor

Jenis-jenis inhibitor terbagi menjadi inhibitor katodik, inhibitor anodik, inhibitor campuran, dan inhibitor adsorpsi.

1. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik merupakan senyawa yang dapat menghambat terjadinya reaksi di katoda, karena pada daerah katodik terbentuk logam hidroksida (MOH) yang sukar larut dan menempel kuat pada permukaan logam sehingga menghambat laju korosi. Beberapa zat mengutamakan untuk daerah katodik yang jadi penyebab terjadinya korosi sumur, korosi tegangan, korosi tegangan, penggetasan hydrogen, seperti senyawa Hg, paduan Pb, senyawa sianida. Inhibitor katodik ini cenderung tidak efisien walaupun tidak berbahaya pada logam, tetapi kurang memperbaiki ketahanan korosi logam.

2. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik adalah senyawa kimia yang mengendalikan korosi dengan cara menghambat transfer ion-ion logam ke dalam air, korosi ini akan menahan terjadinya reaksi korosi pada yang anodik. Karena korosinya terjadi pada anoda, maka penggunaan inhibitor anoda ini sangat efisien. Bahayanya jika inhibitor ini tidak menutupi seluruh anoda, maka akan memperluas daerah katoda. Jadi inhibitor yang kurang justru akan menyebabkan terjadinya korosi sumur. Contoh inhibitor anodik yang banyak digunakan adalah senyawa kromat.

3. Inhibitor Campuran

Senyawa silikat, molibdat, dan fosfat merupakan Inhibitor campuran mengendalikan korosi dengan cara menghambat proses di katodik dan anodik secara bersamaan. Pada umumnya inhibitor komersial berfungsi ganda, yaitu sebagai inhibitor katodik dan anodik.

4. Inhibitor Adsorpsi

Inhibitor teradsorpsi umumnya merupakan senyawa organik yang dapat mengisolasi permukaan logam dari lingkungan korosif dengan cara membentuk film tipis yang teradsorpsi pada permukaan logam. Dewasa ini sudah berpuhul bahkan mungkin ratusan jenis inhibitor organik yang digunakan. Studi mengenai mekanisme pembentukan lapisan lindung atau penghilangan konstituen agresif telah banyak dilakukan baik dengan cara-cara yang umum maupun dengan cara-

cara baru dengan peralatan modern. Pada umumnya senyawa-senyawa organik yang dapat digunakan adalah senyawa yang mampu membentuk senyawa kompleks baik kompleks yang terlarut maupun kompleks yang mengendap. Untuk itu diperlukan adanya gugus fungsi yang mengandung atom atom yang mampu membentuk ikatan kovalen terkoordinasi, misalnya atom nitrogen, belerang, pada suatu senyawa tertentu.

2.8 Bahan Alam sebagai Alternatif Inhibitor Korosi

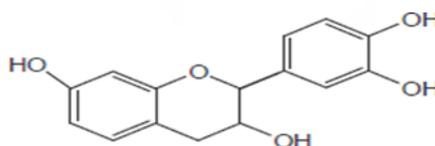
Ditinjau dari bahan pembuatannya, bahan penghambat korosi dibedakan menjadi dua, yaitu bahan penghambat bahan alam dan bahan anorganik. Inhibitor anorganik yang saat ini biasa digunakan adalah garam natrium nitrit, kromat, fosfat, dan seng. Penggunaan natrium nitrit yang seharusnya dalam fiksasi besar (300-500 mg/l) menjadikannya penghambat yang tidak ekonomis, mengingat hasil pemeriksaan kromat dan seng dianggap beracun, dan fosfat merupakan senyawa yang dipandang sebagai pencemar ekologis, karena menyebabkan peningkatan kadar fosfor dalam air. Jadi inhibitor ini harus diganti dengan bahan lain yang tidak berbahaya dan cocok untuk di rusak secara alami, namun memiliki nilai moneter dan pada dasarnya dapat mengurangi tingkat konsumsi. Salah satu pilihan adalah konsentrat fiksasi reguler, terutama senyawa yang mengandung molekul N, O, P, S, dan partikel yang memiliki sel elektron soliter. Komponen yang mengandung sel elektron soliter ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk campuran kompleks dengan logam. Dari beberapa hasil eksplorasi seperti Fraunhofer (1996), diketahui bahwa konsentrat daun tembakau, teh dan espresso dapat digunakan sebagai inhibitor pada contoh logam besi, tembaga, dan aluminium dalam media pengaturan garam. Kecukupan ini diyakini karena konsentrat tembakau, teh, dan daun kopi mengandung nitrogen yang berfungsi sebagai pemberi elektron pada logam Fe^{2+} untuk membentuk campuran kompleks.

Mekanisme proteksi ekstrak bahan alam terhadap besi/baja dari serangan korosi diperkirakan hampir sama dengan mekanisme proteksi oleh inhibitor organik. Reaksi yang terjadi antara logam Fe^{2+} dengan medium korosif seperti CO_2 diperkirakan menghasilkan $FeCO_3$, oksidasi lanjutan menghasilkan $Fe_2(CO_3)_3$ dan reaksi antara Fe^{2+} dengan inhibitor ekstrak bahan alam menghasilkan senyawa kompleks. Inhibitor ekstrak bahan alam yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan logam mild steel ketika ion Fe^{2+} terdifusi ke dalam larutan elektrolit, reaksinya adalah $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ (melepaskan elektron) dan $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ (menerima elektron).

Produk yang terbentuk di atas mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, sehingga sampel besi/baja yang diberikan inhibitor ekstrak bahan alam akan lebih tahan (ter-proteksi) terhadap korosi. Contoh lainnya, dapat juga dilihat dari struktur senyawa nikotin dan kafein yang terdapat dalam ekstrak daun tembakau, teh, dan kopi, dimana kafein dan nikotin yang mengandung gugus atom nitrogen akan menyumbangkan pasangan electron bebasnya untuk mendonorkan elektron pada logam Fe^{2+} sehingga terbentuk senyawa kompleks dengan mekanisme yang sama seperti diatas.

2.9 Tanin

Tanin merupakan salah satu jenis senyawa zat yang memiliki tempat dengan gugus polifenol [Rosyda dan Ersam, 2010]. Tanin merupakan campuran makromolekul dari tandan polifenol yang bersifat polar dengan tujuan agar ekstraksi tanin dilakukan dengan menggunakan pelarut polar. Desain molekul tanin dapat dilihat pada Gambar 2.10

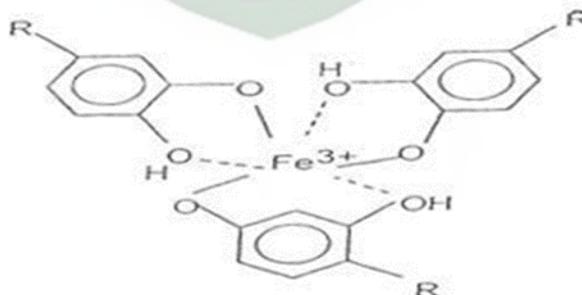


Gambar 2.10 Struktur molekul tannin [Mukhlisoh, 2010]

Sebelumnya, penelitian pemanfaatan konsentrat bahan-bahan alami oleh Haryono [2010] mengekstrak bahan-bahan alami sebagai penghambat korosi dari beberapa tanaman dan mendapatkan hasil bahwa penambahan bahan-bahan alami dari getah pinus, gambir, tembakau, dan espresso dapat menurunkan tingkat konsumsi air laut. Inhibitor normal yang paling baik dalam menurunkan laju konsumsi adalah pine pitch dengan penurunan laju korosi terbesar sebesar 87,22% pada rentang suhu 29-37°C.

Napitupulu [2012] melakukan penelitian sejenis dengan mengekstrak bahan alam dari daun gambir dengan variasi komposisi pelarut metanol-air dan diperoleh kesimpulan bahwa pada perbandingan metanol-air 1:4 dengan berat sampel sebesar 10 gr menghasilkan kadar tanin terbesar yaitu 86,95 ppm.

tanin dapat menghambat korosi karena tannin dapat membentuk senyawa kompleks besi+tanin. Senyawa kompleks yang dibentuk oleh tanin nantinya akan melindungi logam dan berguna untuk menghambat korosi. Besi merupakan logam transisi, salah satu sifat unsur transisi adalah mempunyai kecenderungan untuk membentuk ion kompleks atau senyawa kompleks. Ion-ion dari besi memiliki orbital-orbital kosong yang dapat menerima pasangan elektron dari tanin menjadi d^2sp^3 . Berikut merupakan gambaran orbital besi (III) dan tanin.



Gambar 2.11 Struktur besi (III) dengan Tanin

2.10 Laju Korosi

Korosi adalah interaksi senyawa ketika logam dan oksigen berjumpa . Beberapa logam dapat teroksidasi pada tingkat rendah sehingga tidak dapat di bedakan, namun ada beberapa logam yang mengkonsumsi pada tingkat tinggi dan tingkat konsumsi akan berubah sesuai kondisi alam, namun yang utama adalah persediaan oksigen, pH dan adanya partikel kuat, terutama sulfur dan klorida oksida. Struktur logam, kondisi permukaan dan kondisi alam dapat mempengaruhi laju korosi. Ketika logam berada dalam media berair, tingkat korosi tinggi tetapi pada saat itu berkurang secara konsisten setelah pembentukan lapisan oksida pada tingkat permukaan yang melindungi logam dari serangan konsumsi tambahan.

2.11 Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor

2.11.1 Perhitungan Laju Korosi

Salah satu tujuan dari corrosion monitoring adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dengan mengetahui laju korosi kita dapat mengetahui kapan dan berapa lama material itu dapat bertahan terhadap terhadap laju korosi. Teknik perhitingan laju korosi dapat dibagi menjadi beberapa metode yaitu kinetika (weight loss) dan elektrokimia (diagram polarisasi, linear polarization resistance, electrochemical impedance spectroscopy, potensial korosi, dan electrochemical noise).

Metode weight loss atau kehilangan berat merupakan metode yang dalam penelitian ini kita gunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan perendaman pada spesimen sesuai dengan standar ASTM G 31-72. Dengan menghitung massa logam yang telah dibersihkan dari oksida dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa awal lalu dilakukan pada suatu lingkungan yang korosif seperti pada asam sulfat selama waktu tertentu. Setelah itu dilakukan penghitungan massa kembali dari suatu logam setelah dibersihkan logam tersebut

dari produk korosi yang terbentuk dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa akhir. Dengan mengambil beberapa data seperti luas permukaan yang terendam, waktu perendaman dan massa jenis logam yang di uji maka dihasilkan suatu laju korosi. Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan 2.1 berikut :

$$Corrosion Rate = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- K : Konstanta, lihat pada Tabel 2. 1
- T : *Time of exposure*
- A : Luas permukaan yang direndam (Cm²)
- W : Kehilangan berat (gram)
- D : Density (ρ) = $\frac{m}{P \times L \times T}$, gr/cm³ (Bunga, 2008)

Tabel 2.1 Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya

Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 ⁶
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 ³
Milimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 ⁴
Micrometers per year (µm/y)	8,76 x 10 ⁷

(Dalam Bunga, 2008)

Tabel 2.2 Konversi Perhitungan Laju Korosi

	mA cm ⁻²	mm year ⁻¹	mpy	g m ⁻² day ⁻¹
mA cm ⁻²	1	11,6	456	249
mm year ⁻¹	0,0863	1	39,4	21,6
Mpy	0,00219	0,0254	1	0,547
g m ⁻² day ⁻¹	0,00401	0,0463	1,83	1

(Dalam Bunga, 2008)

Semakin besar laju korosi suatu logam maka semakin cepat material tersebut untuk terkorosi. Kualitas ketahanan korosi suatu material dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Distribusi kualitas ketahanan korosi suatu material

<i>Relative corrosion resistance</i>	mpy	Mm/yr	$\mu\text{m}/\text{yr}$	nm/yr	pm/s
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1–5	0,02–0,1	25–100	2–10	1–5
<i>Good</i>	5–20	0,1–0,5	100–500	10–50	20–50
<i>Fair</i>	20–50	0,5–1	500–1000	20–150	20–50
<i>Poor</i>	50–200	1–5	1000–5000	150–500	50–200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5000+	500+	200+

(Dalam Roni, 2011)

Teknik kehilangan berat secara teratur diterapkan pada skala modern dan fasilitas penelitian karena peralatannya sederhana dan hasilnya sangat akurat, tetapi dari pengujian dengan strategi kehilangan berat dalam mendapatkan tingkat konsumsi memiliki kekurangan. Kekurangan tersebut antara lain tidak memiliki pilihan untuk secara cepat mengidentifikasi perubahan yang terjadi selama siklus korosi, estimasi kupon yang tidak dapat diuraikan secara langsung dari roda gigi, pembatasan konsumsi yang tidak dapat dilihat secara langsung tanpa menghilangkan kupon dari lokasi pengujian, dan jenis konsumsi yang tidak dapat diidentifikasi..

2.10.2 Efisiensi Inhibitor

Dalam menggunakan inhibitor kita dapat menghitung dan menentukan kemampuan penggunaan inhibitor tersebut. Semakin menonjol kemahiran inhibitor, semakin baik inhibitor untuk digunakan di lapangan. Perhitungan keefektifan inhibitor dapat diperoleh melalui laju penurunan laju konsumsi dengan pemuaiian dibandingkan dengan laju korosi tanpa pemuaiian inhibitor apapun. Perhitungan ini dapat dilihat melalui persama berikut :

$$\text{Efisiensi Inhibitor} = \frac{CR_o - CR_i}{CR_o} \times 100\% \quad (\text{Abdurahman, Fahmi. 2010})$$

Dimana : CR_o : Laju korosi tanpa inhibitor

CR_i : Laju korosi dengan inhibitor

2.11.2 Baja ASTM A36

Baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah kadar karbon yang di miliknya 0,05 – 0,3% (low carbon steel), memiliki sifat mampu tempa yang baik dan mudah dalam proses permesinanya, biasanya di gunakan dalam industri Perkapalan dan perminyakan dan kimia contohnya pada tangki timbun minyak yg memakai material baja ASTM A36 di dalam penelitian ini jenis material baja yang di gunakan ada ASTM A36 yang memiliki kandungan kimia yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Kandungan kimia Baja ASTM A36

Product	Shapes	Plates				
		To ³ / ₄ [20] Inch	Over ³ / ₄ To 1 ¹ / ₂ [20 to 40] Inch	Over 1 ¹ / ₂ To 2 ¹ / ₂ [40 to 65] Inch	Over 2 ¹ / ₂ To 4 [65 to 100] Inch	Over 4 [100] Inch
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganese, %	0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	0.85-1.20
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15-0.04	0.15-0.40	0.15-0.40
Copper, min, % when copper steel is specified	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

(Dalam Herman,2019)

Dalam pengujian material yang akan di gunakan adalah baja ASTM A36 dengan ukuran spesimen uji 70 mm x 40 mm x 5 mm sebanyak 20 buah spesimen, baja A36 sangat mudah terkorosi terutama dalam lingkungan asam yang tinggi sehingga sangat cocok untuk menjadi spesimen dalam pengujian laju korosi.

2.12 Ketapang

Ketapang atau katapang (*Terminalia catappa*) adalah sejenis pohon tepi pantai yang berdaun lebar. Banyak manfaat dari pohon ketapang ini di antaranya dalam kesehatan dapat menjaga gula darah. ketapang banyak di gunakan untuk pohon hiasan di taman-taman dan di sekitar lingkungan kita. Selain itu sebutan pohon ketapang berbeda di setiap daerahnya sulawesi utara menyebutnya talisei maluku utara menyebutnya tiliho papua barat menyebutnya kalis pohon ini juga memiliki banyak sebutan seperti talisei, tarisei, (Heyne,K,1987) gambar pohon ketapang dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut :



Gambar 2.12 Pohon ketapang

(Desi Badam *Terminalia catappa* in Kolkata, West Bengal, India.2008)

Ketapang merupakan endemik asli wilayah Asia Tenggara dan umum ditemukan di beberapa wilayah Indonesia, kecuali di Sumatra dan Kalimantan yang agak jarang didapati di alam akan tetapi banyak di bawa dari luar pulau. Pohon ini biasa ditanam di Australia bagian utara dan Polinesia; demikian pula di India, Pakistan, Madagaskar, Afrika Timur dan Afrika Barat, Amerika Tengah, serta Amerika Selatan. Pohon ini cocok dengan iklim tropis dan dataran rendah hingga ketinggian sekitar 400 m dpl curah hujan antara 1.000–3.500 mm pertahun, dan bulan kering hingga 6 bulan. Ketapang menggugurkan daun hingga dua kali setahun, sehingga musim kemarau pohon ini menggugurkan daun pada bulan-bulan yang kering. (Valkenburg,1991)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat pada penelitian ini akan di laksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam Universitas Riau, Dengan beberapa tahapan penyiapan alat dan bahan, pemotongan spesimen, penyediaan media korosif, pembuatan inhibitor hingga pengambilan data yang membutuhkan waktu kurang lebih selama 1 bulan.

3.2 Alat dan Bahan

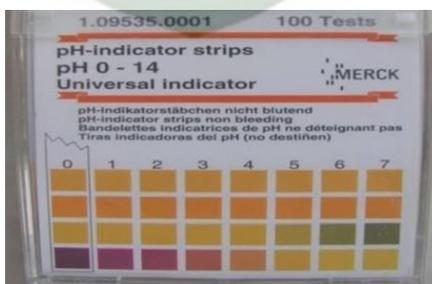
Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk proses penelitian adalah sebagai berikut:

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 larutan Asam sulfat. Kertas indicator universal dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kertas indicator universal

2. Gelas Takar

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



Gambar 3.2 Gelas takar

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. Baskom

Baskom digunakan sebagai wadah daun ketapang dan juga sebagai wadah tempat pencampuran serbuk daun ketapang dengan etanol. Baskom bisa dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Baskom

7. Kertas saring

Kertas saring digunakan untuk menyaring hasil rendaman serbuk daun ketapang sehingga diperoleh filtrat. Kertas saring dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Kertas saring

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. Kuas cat

Kuas cat digunakan untuk melapisi ekstrak inhibitor dan melapisi Cat ke spesimen.
Kuas cat dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Kuas cat

10. Thickness Gauge

Thickness Gauge di gunakan untuk mengetahui ketebalan lapisan *coating*. Thickness Gauge dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Thickness gauge

11. Rotary vacum evaporator

Rotary vacum evaporator merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan uap air yang terkandung didalam ekstrak daun ketapang. Rotary vacum evaporator bisa dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rotary vacum evaporator

12. Fourier transform infrared (FTIR)

Fourier transform infrared (FTIR) merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa gugus fungsi dan senyawa yang terkandung di dalam ekstrak daun ketapang tanpa merusak ekstrak daun ketapang tersebut. Fourier transform infrared dapat pada Gambar 3.12.



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 digunakan sebagai inhibitor organik. Daun ketapang bisa dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Daun ketapang

2. Asam sulfat

Asam sulfat merupakan media korosif yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam sulfat. Asam sulfat dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Asam sulfat

3. Alkohol 70%

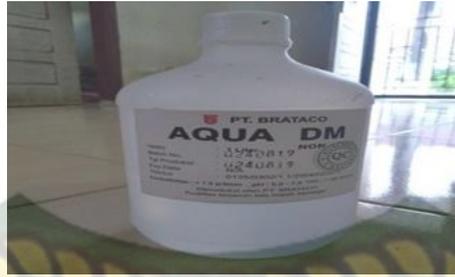
Alkohol digunakan sebagai zat pelarut yang akan dicampurkan dengan serbuk daun ketapang. Alkohol 70% bisa dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Etanol 70%

4. Aquades

Aquades merupakan cairan digunakan untuk membersihkan spesimen sebelum dan sesudah perendaman. Aquades dapat dilihat pada Gambar 3.16.



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 3.17



Gambar 3.17 Baja ASTM A36

6. Cat Epoxy *Coating* cat yang di gunakan adalah jenis cat epoxy.cat epoxy dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3.18 Cat Epoxy

3.3 Langkah-Langkah Melakukan Pengujian

Adapun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Menyiapkan spesimen uji
3. Pembuatan bak pengujian korosi
4. Membuat larutan korosif
5. Proses pelapisan (*Coating*) dengan variasi spesimen tanpa *Coating*, *Coating* Cat, *Coating* ekstrak daun ketapang dan Campuran cat dan Inhibitor dengan kandungan inhibitor 30% 50% dan 70%
6. Melakukan uji tanin pada ekstrak daun ketapang
7. Melakukan analisa FTIR (*Fourier Transform Infrared*) pada ekstrak daun ketapang
8. Mengukur kehilangan berat spesimen sebelum perendaman
9. Melakukan pengujian perendaman baja ASTM A36 selama 25 hari pada setiap konsentrasi inhibitor dan diukur berat spesimen setiap hari ke 5, 10, 15, 25
10. Membersihkan spesimen menggunakan aquades
11. Melihat dan mengambil data kehilangan berat spesimen
12. Memasukan data kehilangan berat ke dalam tabel
13. Menghitung laju korosi
14. Menghitung efisiensi inhibitor
15. Melakukan pengamatan struktur mikro pada permukaan baja yang terkorosi
16. Analisis data dan kesimpulan

3.3.1 Persiapan Spesimen

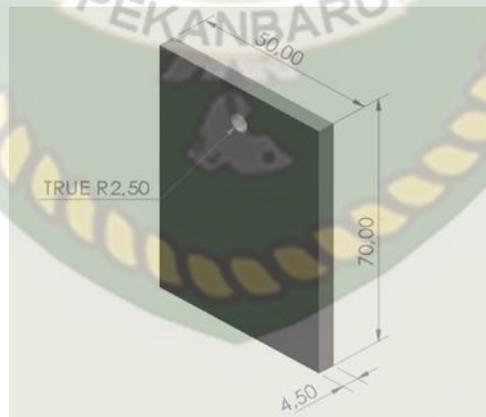
1. Spesimen yang digunakan pada perendaman uji korosi adalah plat baja ASTM A36 dengan spesifikasi komposisi kimia sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.1. Spesimen baja tersebut dipotong dengan ukuran 70x50x4.5

mm dan di lubangi dengan diameter 10 mm, spesimen yang digunakan sebanyak 24 buah.

Tabel 3.1 Komposisi kimia pada baja ASTM A36

Product	Shapes	Plates				
		To ³ / ₄ [20] Inch	Over ³ / ₄ To 1 ¹ / ₂ [20 to 40] Inch	Over 1 ¹ / ₂ To 2 ¹ / ₂ [40 to 65] Inch	Over 2 ¹ / ₂ To 4 [65 to 100] Inch	Over 4 [100] Inch
Thickness, in [mm]	All					
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Manganese, %	...		0.80-1.20	0.80-1.20	0.85-1.20	0.85-1.20
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15-0.04	0.15-0.40	0.15-0.40
Copper, min, % when copper steel is specified	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

2. Sampel dicelupkan sampel di bersihkan menggunakan larutan aquades dan di amplas halus untuk membersihkan spesimen Dari kotoran dan karat. Gambar sketsa Spesimen dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3.19 Spesimen

Diketahui :

P = 70 mm = 7 cm

L = 50 mm = 5 cm

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

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

$$A = \text{Luas keseluruhan} - 2x \text{ luas lubang}$$

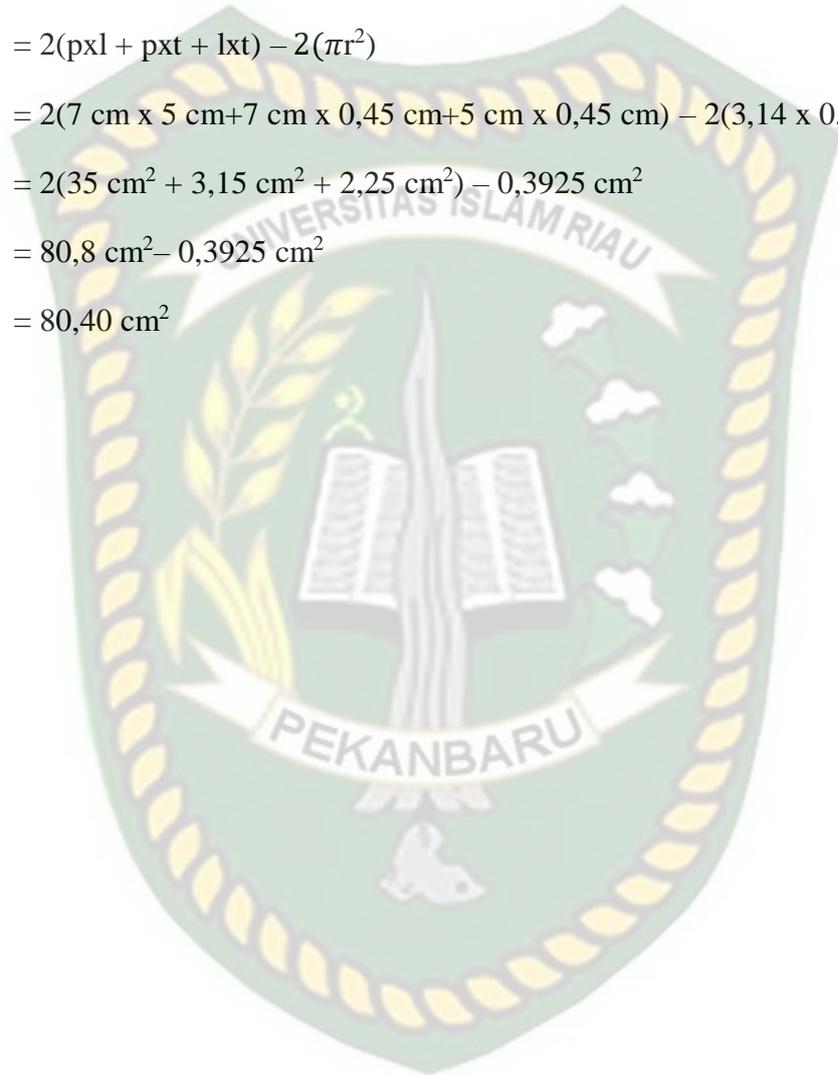
$$= 2(px1 + pxt + lxt) - 2(\pi r^2)$$

$$= 2(7 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} + 7 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm} + 5 \text{ cm} \times 0,45 \text{ cm}) - 2(3,14 \times 0,25^2 \text{ cm})$$

$$= 2(35 \text{ cm}^2 + 3,15 \text{ cm}^2 + 2,25 \text{ cm}^2) - 0,3925 \text{ cm}^2$$

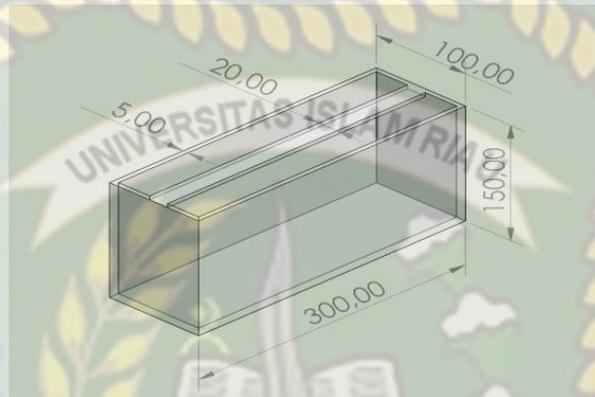
$$= 80,8 \text{ cm}^2 - 0,3925 \text{ cm}^2$$

$$= 80,40 \text{ cm}^2$$



3.3.2 Pembuatan Bak Pengujian Korosi

Bak pengujian dibuat dari material kaca dengan ukuran panjang 300 mm lebar 100 mm dan tinggi 150 mm bayak bak kaca yang di gunakan sebanyak 6 buah adapun sketsa dari bak pengujian dapat di lihat pada gambar 3.20



Gambar 3.20 Bak Pengujian

3.3.3 Persiapan Media korosif

Media korosi yang digunakan pada penelitian ini adalah asam sulfat yang banyak di jual di toko kimia, konsentrasi asam sulfat yang di gunakan adalah 10% dengan metode pengenceran, asam sulfat pekat 98% sebanyak 102 ml secara perlahan di tambahkan kedalam labu ukur 1 liter yang sudah berisi aquades 350 ml, secara perlahan agar tidak menimbulkan panas yang terlalu cepat dan dapat memicu ledakan, selanjutnya di tambahkan aquades sampai batas labu ukur 1 liter setelah itu gungjang perlahan agar tercampur rata.

3.3.4 Pembuatan Inhibitor

Pada pengujian ini inhibitor yang digunakan adalah inhibitor yang 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 Marpoyan Damai. Berikut merupakan langkah pembuatan serbuk daun ketapang
 1. Persiapkan daun ketapang yang masih segar sebanyak 2 kg dan kemudian dicuci hingga bersih.
 2. Pisahkan daun ketapang dengan tulang daunnya.
 3. Berikutnya daun ketapang dikeringkan dengan udara (tidak terkena matahari secara langsung) selama 3 hari.
 4. Daun ketapang yang sudah dikeringkan selanjutnya di blender untuk mendapatkan serbuk daun jambu biji.
 5. Selanjutnya melakukan ekstraksi dengan metode maserasi dengan memasukkan serbuk daun ketapang yang telah halus kedalam wadah baskom yang telah berisi Alkohol 70% selama 2 hari.
 6. Hasil perendaman kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtrat.
 7. Filtrat kemudian diuapkan menggunakan menggunakan mesin rotary evaporator dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 70°C hingga menghasilkan ekstrak pekat (Ali, 2014).

3.3.5 Analisa Fourier Transform Infrared (FTIR)

Metode spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) adalah metode spektroskopi inframerah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi fourier untuk deteksi lalu menganalisa 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 (tipe senyawa) yang terkandung dalam sampel.

3.3.6 Pencampuran Inhibitor dengan Cat

Setelah mendapatkan ekstrak dalam bentuk cairan dan di dapatkan kandungan tanin dengan metode FTIR selanjutnya di lakukan peroses pencampuran inhibitor dengan cat pencampuran di lakukan dengan variasi inhibitor 30% ,50% dan 70 % di dalam volume 100 ml dan di aduk sampai merata.

3.3.7 Pengecatan

Peroses pelapisan dilakukan dengan menggunakan mesin di semprot menggunakan gun semprot. Lapisan di batasi dengan ketebalan 200 μm sampai 250 μm Ketebalan cat dapat di ukur menggunakan alat ukur Thickness gauge. Setelah dilakukan pengecatan spesimen di keringkan beberapa menit.

3.3.8 Penimbangan Berat Awal Spesimen

Sebelum dilakukannya proses pencelupan material yang akan diuji, material tersebut ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal dari material. Data berat awal spesimen dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data berat awal (W1) spesimen

NO	Kelompok	Berat Awal W1	Waktu Perendaman (Hari)
1	Tanpa <i>Coating</i>		5
			10
			15
			25
2	<i>Coating</i> Cat		5
			10
			15
			25
3	<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang		5
			10
			15
			25
4	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 30 %		5
			10
			15
			25
5	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 50 %		5
			10
			15
			25
6	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 70 %		5
			10
			15
			25

3.3.9 Data Kehilangan Berat Spesimen

Proses pengambilan data kehilangan berat spesimen dilakukan pada ketika spesimen telah direndam selama 25 hari dengan dilakukan penimbangan spesimen untuk mengetahui berat yang hilang dari spesimen uji, sebelum dilakukan proses penimbangan spesimen uji dibersihkan terlebih dahulu.

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 3.3.

Perhitungan kehilangan berat spesimen dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta W = W1 - W2 \quad (\text{Pers 2.2})$$

- Dimana :
- ΔW = Kehilangan berat (*gram*)
 - $W1$ = Berat awal (*gram*)
 - $W2$ = Berat akhir setelah pengujian (*gram*)

Tabel 3.3 Data kehilangan berat spesimen setelah dilakukan perendaman

NO	Kelompok	W1 (gram)	W2 (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu Perendaman (Hari)
1	Tanpa <i>Coating</i>				5
					10
					15
					25
2	<i>Coating</i> Cat				5
					10
					15
					25
3	<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang				5
					10
					15
					25
4	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 30 %				5
					10
					15
					25
5	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 50 %				5
					10
					15
					25

6	Coating Cat dengan Inhibitor 70 %				5
					10
					15
					25

3.3.10 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:

$$Corrosion\ Rate = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

K : Konstanta, lihat pada Tabel 1.

T : *Time of exposure*

A : Luas permukaan yang direndam (Cm²)

W : Kehilangan berat (gram)

D : Density (ρ) = $\frac{m}{P \times L \times T}$, gr/cm³ (Bunga, 2008)

Tabel 3.4 Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya

Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 ⁶
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 ³
Milimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 ⁴
Micrometers per year (µm/y)	8,76 x 10 ⁷

(Dalam Bunga, 2008)

Tabel 3.5 Konversi Perhitungan Laju Korosi

	mA cm ⁻²	mm year ⁻¹	mpy	g m ⁻² day ⁻¹
mA cm ⁻²	1	11,6	456	249
mm year ⁻¹	0,0863	1	39,4	21,6
Mpy	0,00219	0,0254	1	0,547
g m ⁻² day ⁻¹	0,00401	0,0463	1,83	1

(Dalam Bunga, 2008)

3.3.11 Pengamatan Permukaan

Analisa permukaan material dilakukan untuk mengetahui kondisi permukaan material sebelum dilakukan pencelupan dan setelah dilakukan pencelupan dalam asam sulfat. Morfologi permukaan akan berbeda pada penggunaan *coating* yang berbeda. Pengamatan dilakukan dengan bantuan Microscope OLYMPUS. Pengamatan ini akan di lakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Islam Riau. Microscope OLYMPUS bisa dilihat pada Gambar 3.21



Gambar 3.21 Microskop Struktur Micro OLYMPUS

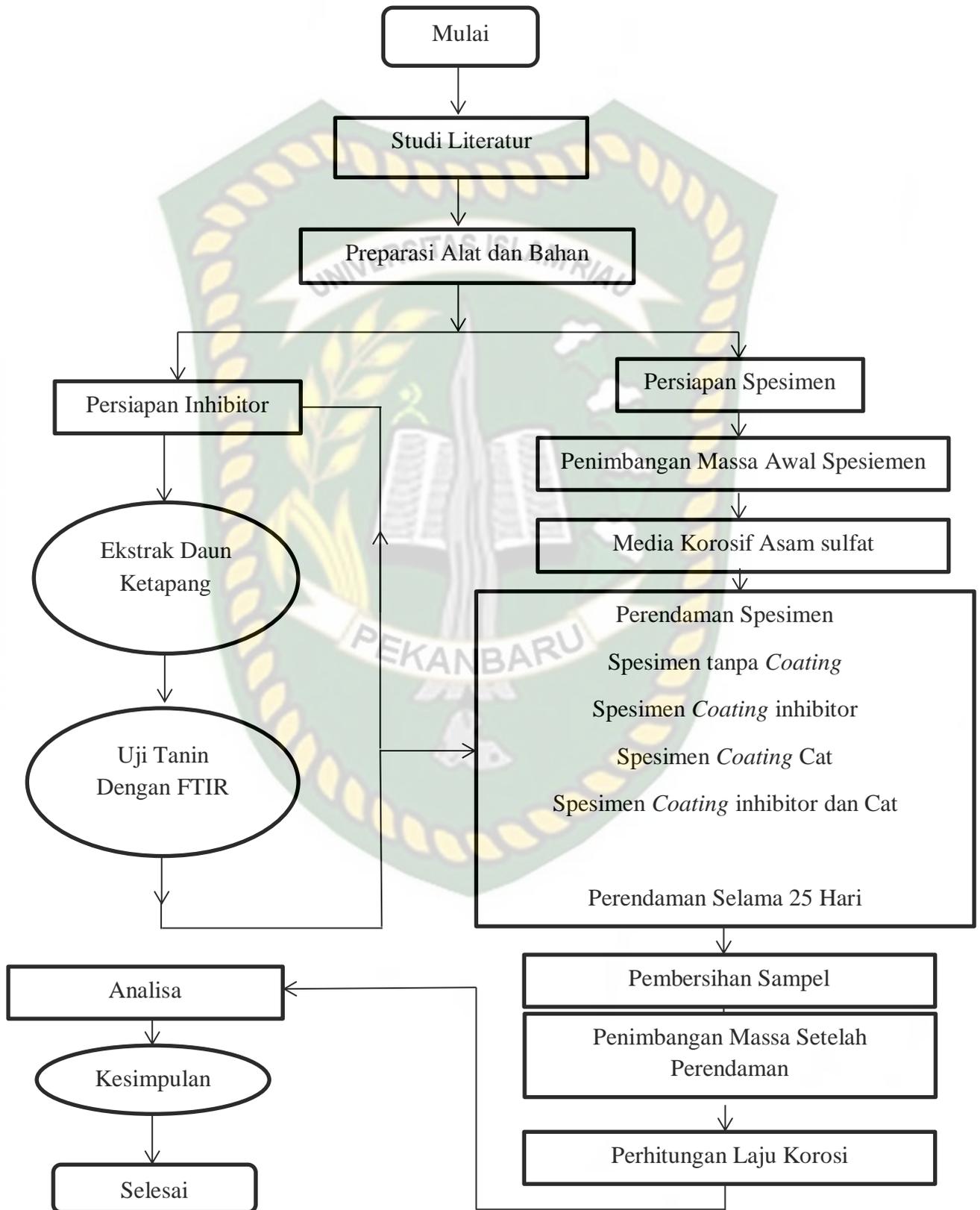
3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian

Adapun jadwal kegiatan penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 3.21

Gambar 3.1 Jadwal kegiatan penelitian

No	Jadwal Kegiatan	Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■																						
2	Penulisan Proposal		■	■	■	■	■	■	■																
3	Seminar Proposal								■	■															
4	Persiapan Pengambilan Data									■	■	■	■												
5	Pengujian													■	■	■	■								
6	Pengolahan Data dan Analisis Data													■	■	■	■	■	■	■	■				
7	Penulisan Laporan																	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Seminar Hasil																					■	■	■	■

3.5 Diagram Alir



Gambar 3.22 Diagram Alir

BAB IV

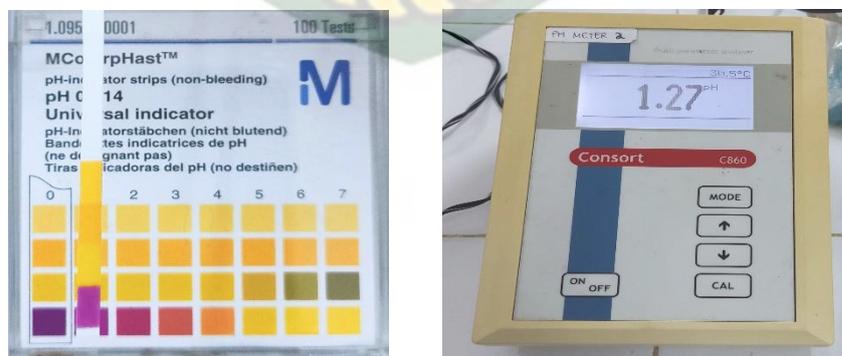
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang di lakukan bertujuan untuk mengetahui laju korosi dan pemakaian ekstrak daun Ketapang sebagai campuran cat untuk pelapisan (*Coating*) pada baja ASTM A36 dilarutan H₂SO₄ 10%, Beberapa pengujian telah dilakukan dan di dapatkan data hasil penelitian adalah sebagai berikut.

4.1 Tingkat Keasaman Larutan Pengkorosi

Pada bak pengujian dengan volume 4500 cm³ yang berisikan 2 liter larutan H₂SO₄ 10% yang akan berperan sebagai media korosif pada saat dilakukan pencelupan material baja ASTM A36. Pengujian nilai pH larutan perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman larutan yang dapat berpengaruh pada korosi yang terjadi pada material. Oleh sebab itu tingkat keasaman dari larutan H₂SO₄ 10% harus diperhatikan, tingkat keasaman dari larutan H₂SO₄ 10% ditentukan dengan kertas universal indicator.

Berdasarkan hasil pengecekan menggunakan kertas universal Indicator dan ph meter maka didapat tingkat keasaman (Ph) dari larutan H₂SO₄ 10% yaitu 1.27 yang merupakan larutan yang bersifat Asam. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran (Ph) Larutan H₂SO₄ 10% menggunakan kertas indicator universal dan ph meter

4.2 Hasil Uji Tanin Ekstrak Daun Ketapang

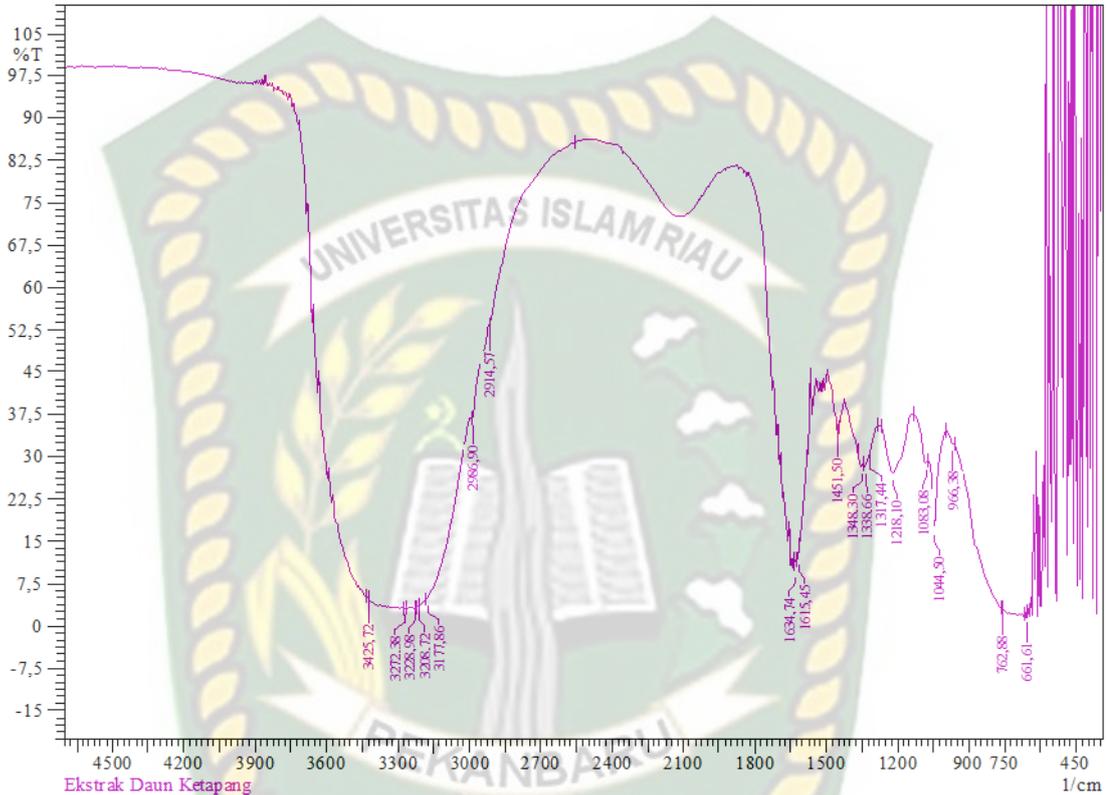
Pada penelitian ini filtrat hasil ekstraksi ditambah beberapa tetes FeCl_3 . Perhatikan Endapan yang terjadi, Jika endapan berwarna hitam kehijauan yang artinya positif mengandung tanin atau ekstrak daun ketapang ditambahkan dengan larutan galatin dan hasilnya terbentuk endapan putih atau kekuningan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



Gambar 4.2 Pengujian Tanin

4.3 Analisa FTIR (Fourier Transform Infrared)

Hasil dari pengujian FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Hasil FTIR pada inhibitor ekstrak daun ketapang

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 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 (Yunita et al., 2013). Senyawa flavonoid dan tanin merupakan salah satu senyawa antioksidan yang bisa menghambat laju korosi. Pengujian ini difungsikan untuk mengetahui apakah inhibitor dari daun ketapang dapat teradsorpsi pada permukaan logam untuk memberikan perlindungan terhadap korosi

4.4 Komposisi Baja ASTM A36

Dalam penelitian bio inhibitor korosi ini material yang digunakan adalah baja ASTM A36. Uji komposisi ini dilakukan di laboratorium material teknik mesin Universitas Negeri Andalas Sumatra Barat. Hasil dari pengujian komposisi baja ASTM A36 dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Uji komposisi baja ASTM A36

Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr
98,7	0,102	0,426	0,614	0,0069	0,0010	0,0063

Berdasarkan tabel di atas komposisi kadar karbon yang terkandung di dalam baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah dengan nilai 0,102 karbon. Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kadar karbon 0,05 – 0,3% (low carbon steel). Termasuk dalam jenis baja karbon karena memiliki jumlah unsur lain selain besi dan karbon yang lebih sedikit.

4.5 Kehilangan Berat

Pada penelitian ini analisa perhitungan korosi menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*), Sebelum menghitung laju korosi terlebih dahulu kita mengambil data kehilangan berat spesimen untuk berat awal spesimen Sebelum di

lakukan perendaman (W_1) dan setelah di lakukan perendaman (W_2) pada setiap variabel. Adapun penimbangan berat spesimen yang terakhir di lakukan pada 5,10,15,25 hari pada setiap variasi *Coating*. Sebelum di timbang spesimen di bersihkan dengan air dari H_2SO_4 lalu di timbang dengan timbangan digital pada setiap spesimen dan kemudian di catat. Adapun hasil data pengujian kehilangan berat yang di dapatkan pada saat pengambilan data bisa di lihat pada tabel 4.2 perhitungan kehilangan berat dapat di lihat dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta W = W_1 - W_2 \quad (\text{Pers 2.2})$$

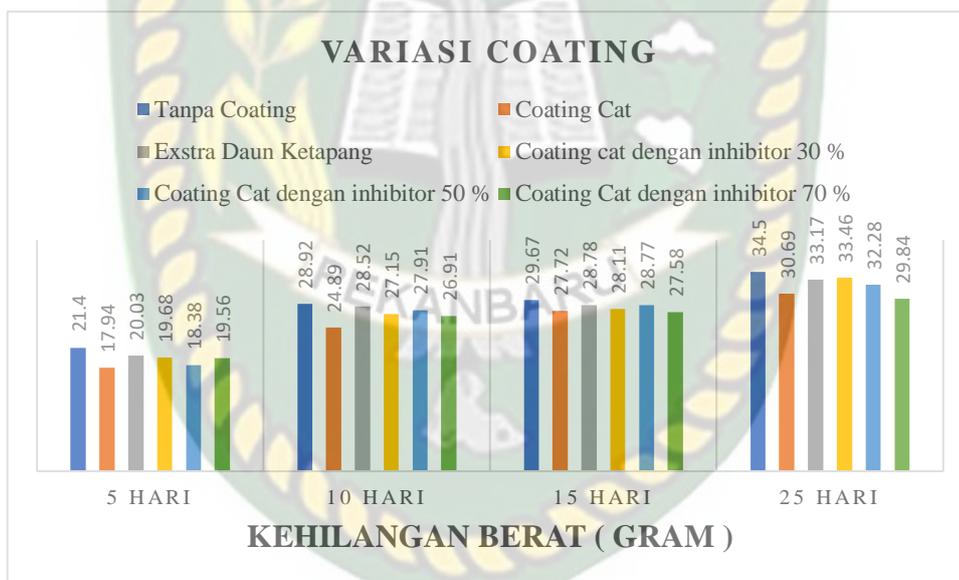
- Dimana :
- ΔW = Kehilangan berat (gram)
 - W_1 = Berat awal (gram)
 - W_2 = Berat akhir setelah perendaman (gram)

Tabel 4.2 Data Kehilangan Berat

NO	Variasi <i>Coating</i>	W1 (gram)	W2 (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Waktu Perendaman (Hari)
1	Tanpa <i>Coating</i>	118,55	97,15	21,4	5
		116,09	87,17	28,92	10
		114,91	85,24	29,67	15
		114,28	110,78	34,5	25
2	<i>Coating</i> Cat	110,50	92,56	17,94	5
		115,63	90,74	24,89	10
		114,17	86,43	27,72	15
		115,88	125,19	30,69	25
3	<i>Coating</i> Ekstrak daun ketapang	115,73	95,70	20,03	5
		116,49	87,97	28,52	10
		112,36	83,58	28,78	15
		115,44	82,27	33,17	25
4	<i>Coating</i> Cat dengan Inhibitor 30 %	116,92	97,24	19,68	5
		116,55	89,40	27,15	10
		116,07	87,96	28,11	15
		115,99	82,53	33,46	25
5	<i>Coating</i> Cat dengan	114,46	96,08	18,38	5
		118,02	90,11	27,91	10

	Inhibitor 50 %	116,78	88,01	28,77	15
		115,88	83,60	32,28	25
6	Coating Cat dengan Inhibitor 70 %	117,28	97,72	19,56	5
		117,48	90,57	26,91	10
		116,14	88,56	27,58	15
		114,00	84,16	29,84	25

Setelah data pengujian di dapatkan selanjutnya kehilangan berat di hitung dan di buat grafiknya. Grafik kehilangan berat spesimen yang telah di lakukan *coating* pada setiap variasi spesimen, perendaman yang di lakukan selama 25 hari dengan variasi kondisi specimen tanpa *coating*, *coating* cat, *coating* ekstrak daun ketapang, campuran cat dan inhibitor 30 %, 50 % dan 70 % dapat di lihat pada gambar 4.4 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik kehilangan berat berdasarkan variasi *coating* dengan waktu

Pada gambar 4.4 dapat di lihat bahwa pelapisan pada spesimen dengan cat maupun ekstrak daun Ketapang ataupun campuran keduanya dapat memperlambat kehilangan berat walaupun kemampuannya berbeda beda. Seiring bertambahnya waktu perendaman kehilangan berat semakin tinggi yang berarti semakin bertambahnya waktu maka kehilangan berat spesimen semakin bertambah media

korosif . Pelapisan cat menunjukkan pengurangan berat yang paling kecil sedangkan pelapisan dengan ekstrak daun Ketapang menunjukkan pengurangan berat yang terbesar di banding pelapisan lain. Campuran cat dengan ekstrak daun Ketapang menghasilkan pengurangan berat diantara nilai keduanya.

Pada waktu perendaman 5 hari spesimen tanpa pelapisan di dapatkan kehilangan beratnya 21,4 gram sedangkan pada pelapisan menggunakan cat mendapatkan kehilangan berat 17,94 gram, pelapisan menggunakan inhibitor mendapatkan kehilangan berat 20,03 gram dan pelapisan menggunakan campuran cat dan inhibitor 50 % di dapatkan 18,38 gram di sini pelapisan menggunakan cat memiliki kehilangan berat terendah yaitu 17,94 gram di susul oleh campuran cat dengan inhibitor 50 % 18,38 gram walaupun kehilangan berat pada pelapisan cat lebih baik akan tetapi campuran cat dengan ekstrak daun ketapang juga menunjukan penurunan pengurangan berat. Tanpa *coating* kehilangan beratnya semakin meningkat seiring bertambahnya waktu begitu juga dengan pelapisan lainnya di karenakan media H_2SO_4 sangat korosif mengakibatkan kehilangan beratnya menjadi tinggi setiap waktunya. Pelapisan menggunakan inhibitor ekstrak daun ketapang dapat menghambat kehilangan berat lebih baik di bandingkan dengan spesimen tanpa pelapisan, yang berarti zat tanin pada ekstrak daun ketapang dapat menghambat hilangnya berat spesimen.

Campuran ekstrak daun ketapang dan cat dalam memperlambat kehilangan berat terendah ada pada spesimen dengan campuran inhibitor 70 % yaitu pada 19,56 gram pada waktu 5 hari adapun yang tertinggi itu ada pada campuran inhibitor 30 % yaitu 33,46 gram.dapat di simpulkan kehilangan berat terendah pada semua pelapisan spesimen yaitu pada pelapisan menggunakan cat 5 hari 17,94 gram dan yang tertinggi tanpa menggunakan pelapisan sama sekali pada 25 hari 34,5 gram sedangkan jika di bandingkan campuran cat dan inhibitor 30,50,70 % yang pengurangan beratnya terendah di setiap variasi harinya ada pada campuran cat dan inhibitor 70 % di setiap waktunya kehilangan beratnya lebih rendah di bandingkan dengan campuran inhibitor 30 dan 50 % yaitu 5 hari 19,56 gram, 10 hari 26 ,91

gram, 15 hari 27,58 gram dan 25 hari 29,84 gram. sedangkan yang tertinggi ada pada campuran inhibitor dengan cat 50 %.

4.6 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*)

ρ = Massa jenis baja ASTM A36 ($7,85 \text{ gram/cm}^3$)

A = Luas permukaan (cm^2)

A. Tanpa Coating

1. Tanpa Coating waktu perendaman 5 hari

$$\begin{aligned}
 CR (mm/y) &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\
 &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 21,4 \text{ gram}}{80,40 \text{ cm}^2 \times 120 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3}
 \end{aligned}$$

$$= 0.0247 \text{ mm/y}$$

2. Tanpa *Coating* waktu perendaman 10 hari

$$\begin{aligned} \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\ &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 28,92 \text{ gram}}{80,40 \text{ cm}^2 \times 240 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\ &= 0.0167 \text{ mm/y} \end{aligned}$$

3. Tanpa *Coating* waktu perendaman 15 hari

$$\begin{aligned} \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\ &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 29,67 \text{ gram}}{80,40 \text{ cm}^2 \times 360 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\ &= 0.0114 \text{ mm/y} \end{aligned}$$

4. Tanpa *Coating* 0 waktu perendaman 25 hari

$$\begin{aligned} \text{CR (mm/y)} &= \frac{k \times W}{A \times t \times \rho} \\ &= \frac{8,76 \times 10^4 \times 34,5 \text{ gram}}{80,40 \text{ cm}^2 \times 600 \text{ jam} \times 7,85 \text{ gram/cm}^3} \\ &= 0.0079 \text{ mm/y} \end{aligned}$$

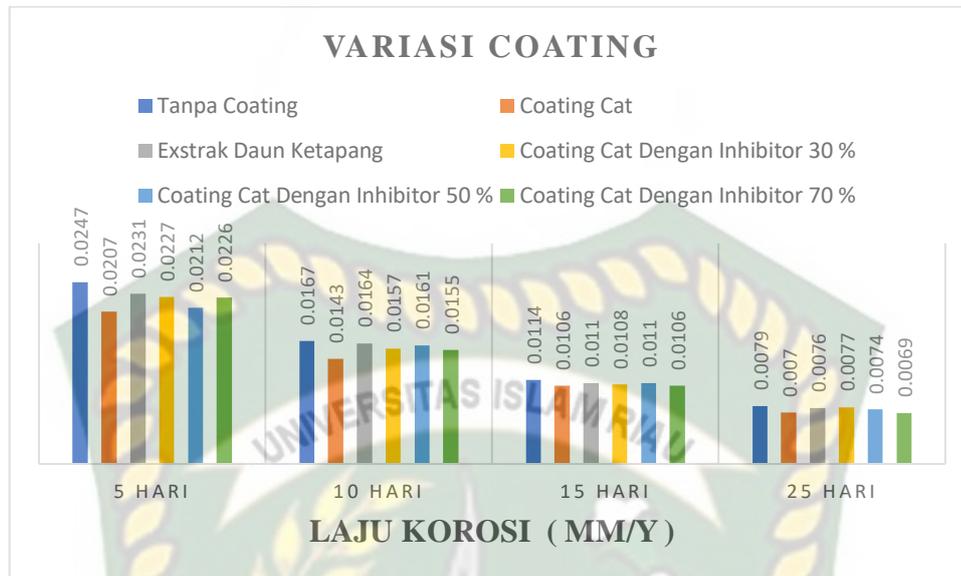
Dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan untuk variasi *coating* cat, *coating* ekstrak daun ketapang, *coating* campuran inhibitor dengan cat 30, 50, 70 %. Hasil data perhitungan laju korosi pada material baja ASTM A36 dalam

media H²SO⁴ ppm dan dihitung setiap hari ke 5, 10, 15, 25 bisa dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Laju Korosi Pada Setiap Spesimen

Variasi <i>Coating</i>	Waktu Perendaman		Kehilangan Berat (gram)	Laju korosi (mm/y)
	Jam	Hari		
Tanpa <i>Coating</i>	120	5	21,4	0,0247
<i>Coating</i> Cat	120	5	17,94	0,0207
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	120	5	20,03	0,0231
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	120	5	19,68	0,0227
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	120	5	18,38	0,0212
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	120	5	19,56	0,0226
10 Hari				
Tanpa <i>Coating</i>	240	10	28,92	0,0167
<i>Coating</i> Cat	240	10	24,89	0,0143
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	240	10	28,52	0,0164
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	240	10	27,15	0,0157
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	240	10	27,91	0,0161
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	240	10	26,91	0,0155
15 Hari				
Tanpa <i>Coating</i>	360	15	29,67	0,0114
<i>Coating</i> Cat	360	15	27,72	0,0106
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	360	15	28,78	0,0110
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	360	15	28,11	0,0108
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	360	15	28,77	0,0110
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	360	15	27,58	0,0106
25 Hari				
Tanpa <i>Coating</i>	600	25	34,5	0,0079
<i>Coating</i> Cat	600	25	30,69	0,0070
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	600	25	33,17	0,0076
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	600	25	33,46	0,0077
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	600	25	32,28	0,0074
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	600	25	29,84	0,0069

Grafik laju korosi material baja ASTM A36 setelah dilakukan pengujian terhadap waktu pengujian dengan variasi *Coating* yang berbeda dapat di lihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Grafik laju korosi terhadap variasi *coating* dan waktu perendaman

Pada gambar 4.5 dapat dilihat dari laju korosi menggunakan *coating* cat memiliki nilai laju korosi terendah pada setiap variasi waktunya pada perendaman 5 hari 0,0207 mm/y dan 0,0143 mm/y pada waktu perendaman 10 hari. Sedangkan laju korosi yang menggunakan ekstrak daun ketapang memiliki nilai laju korosi tertinggi di bandingkan *coating* lainnya pada perendaman 5 hari nilai laju korosinya 0,0231 mm/y. Adapun laju korosi campuran cat dan ekstrak daun ketapang berada di antara nilai keduanya.

Coating campuran cat dengan ekstrak daun ketapang 70 % memiliki laju korosi paling rendah di bandingkan dengan campuran cat dan ekstrak daun ketapang 30 % dan 50 % ekstrak daun ketapang. Di karenakan ekstrak daun ketapang tercampur dengan media asam sulfat sehingga mengganggu media korosif terhadap spesimen Akan tetapi merusak kulit *coating*. Campuran cat dan ekstrak daun ketapang 30% lebih di anjurkan untuk mendapatkan kualitas *coating* yang lebih baik. Secara umum laju korosi pada waktu perendaman 5 hari paling tinggi di bandingkan perendaman 15,20,25 hari artinya bertambahnya waktu perendaman laju korosi semakin menurun.

4.7 Perhitungan Efisiensi Variasi *Coating*

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. *Coating* Inhibitor

1. Waktu perendaman 5 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,0247 \text{ mm/y} - 0,0231 \text{ mm/y}}{0,0247 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 6,47 \% \end{aligned}$$

2. Waktu perendaman 10 hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,0167 \text{ mm/y} - 0,0167 \text{ mm/y}}{0,0167 \text{ mm/y}} \times 100\% \\ &= 1,79 \% \end{aligned}$$

3. Waktu perendaman 15 hari

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,0114 \frac{mm}{y} - 0,0110 \frac{mm}{y}}{0,0114 \frac{mm}{y}} \times 100\% \\ &= 3,50 \%\end{aligned}$$

4. Waktu perendaman 25 hari

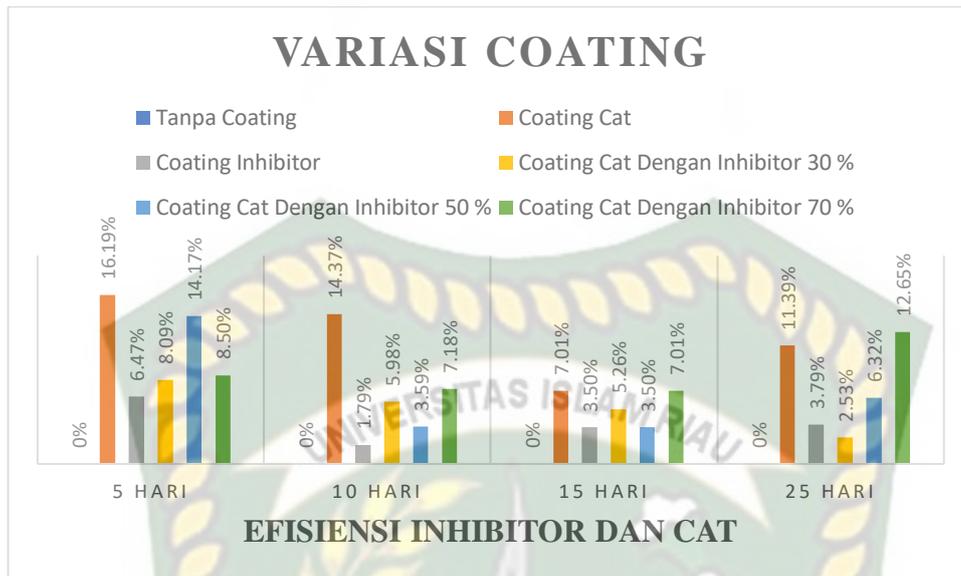
$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Inhibitor} &= \frac{CRo - CRinh}{CRo} \times 100\% \\ &= \frac{0,0079 \frac{mm}{y} - 0,0076 \frac{mm}{y}}{0,0079 \frac{mm}{y}} \times 100\% \\ &= 3,79 \%\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka dilakukan perhitungan untuk efisiensi pelapisan dengan variasi campuran cat dengan inhibitor 30, 50 dan 70 % pada hari ke 5,10,15, dan 25. Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.1 Efisiensi *Coating*

Variasi <i>Coating</i>	Waktu Perendaman		Laju korosi (mm/y)	Efisiensi <i>Coating</i> %
	Jam	Hari		
Tanpa <i>Coating</i>	120	5	0,0247	0
<i>Coating</i> Cat	120	5	0,0207	16,19
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	120	5	0,0231	6,47
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	120	5	0,0227	8,09
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	120	5	0,0212	14,17
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	120	5	0,0226	8,50
Waktu Perendaman 240 Jam				
Tanpa <i>Coating</i>	240	10	0,0167	0
<i>Coating</i> Cat	240	10	0,0143	14,37
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	240	10	0,0164	1,79
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	240	10	0,0157	5,98
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	240	10	0,0161	3,59
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	240	10	0,0155	7,18
Waktu Perendaman 360 Jam				
Tanpa <i>Coating</i>	360	15	0,0114	0
<i>Coating</i> Cat	360	15	0,0106	7,01
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	360	15	0,0110	3,50
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	360	15	0,0108	5,26
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	360	15	0,0110	3,50
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	360	15	0,0106	7,01
Waktu Perendaman 600 Jam				
Tanpa <i>Coating</i>	600	25	0,0079	0
<i>Coating</i> Cat	600	25	0,0070	11,39
<i>Coating</i> ekstrak daun ketapang	600	25	0,0076	3,79
<i>Coating</i> cat dengan inhibitor 30 %	600	25	0,0077	2,53
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 50 %	600	25	0,0074	6,32
<i>Coating</i> cat dengan Inhibitor 70 %	600	25	0,0069	12,65

Sedangkan grafik yang menjelaskan tentang pengaruh variasi pelapis *coating* terhadap efisiensi inhibitor serta waktu perendaman dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Grafik efisiensi pelapis *coating* terhadap variasi *coating* dan waktu perendaman

Berdasarkan Gambar 4.6 diatas di dapatkan nilai efisiensi pelapis *coating* tertinggi pada *coating* cat yakni dengan nilai efisiensi 16,19% pada waktu perendaman 5 hari dan nilai efisiensi terendah di dapatkan oleh pelapis *coating* inhibitor dengan nilai 1.79 % pada waktu perendaman 10 hari pada gambar di atas efisiensi pelapis *coating* memiliki nilai efisiensi yang berbeda beda seiring bertambahnya waktu efisiensi ada yang naik bahkan turun di karenakan berbedanya kemampuan pelapis di tiap harinya dalam menahan laju korosi di permukaanya, pengaruh media korosif juga berpengaruh terhadap efisiensi pelapis *coating* di karenakan semakin hari kemampuan asam sulfat juga berkurang, dilihat pada seluruh pelapis *coating* adanya kenaikan nilai efisiensi pada perendaman 15 hari ke 25 hari melemahnya zat korosif yang menyebabkan terjadi kenaikan yang signifikan, sedangkan pada waktu perendaman 5 hari nilai efisiensi masih tinggi di karenakan pelapis *coating* yang menutupi permukaan masih kuat menahan laju korosi dan turun saat perendaman 10 hari, di mana waktu perendaman berpengaruh terhadap efisiensi *coating* dan media korosifnya saling berkaitan. Di lihat dari nilai efisiensi campuran cat dan inhibitor 30, 50 dan 70 % nilai tertinggi di dapatkan pada

pelapis 70 % campuran cat dengan ekstrak daun Ketapang. Tetapi dari segi kestabilan *coating*, campuran 30% ekstrak daun Ketapang lebih stabil dan tidak mudah larut.

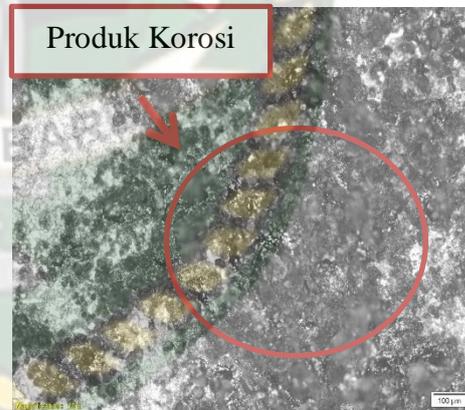
4.8 Analisa Struktur Mikro

Pengujian mikrostruktur di gunakan untuk melihat struktur permukaan logam akibat serangan dari korosi terhadap material yang telah di lapisi dengan inhibitor ekstrak daun ketapang dengan variasi pelapisan tanpa *coating*, *coating* cat, *Coating* ekstrak daun ketapang, *coating* campuran cat dengan inhibitor dengan konsentrasi 30 %, 50 % Dan 70 % yang direndam selama 25 hari dalam larutan H_2SO_4 10 %. Pengujian ini dilakukan dengan mikrostruktur optik pembesaran 10 x dan hasil gambarnya bisa dilihat dibawah ini:

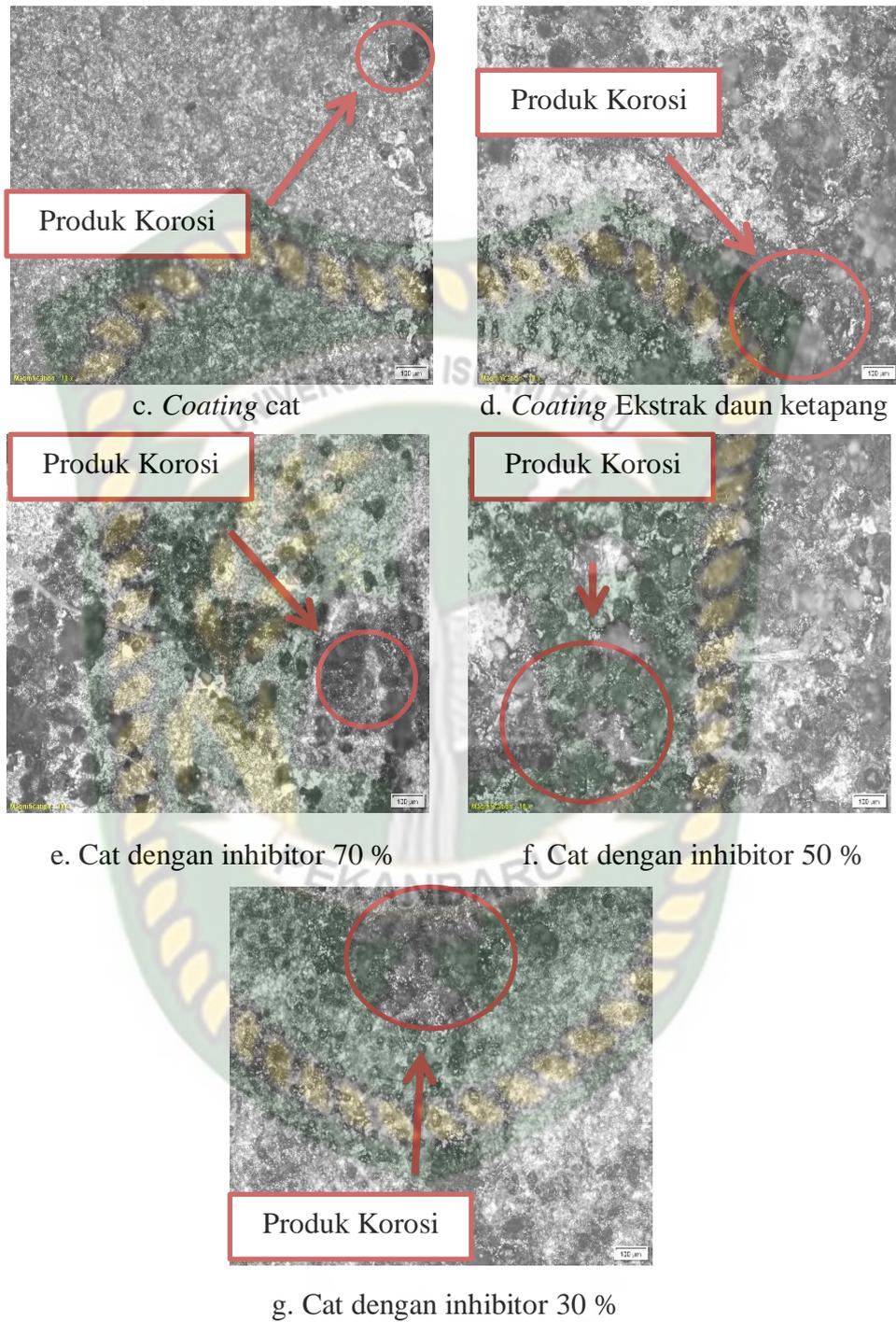
- A. Pengaruh pelapisan inhibitor dan cat terhadap korosi pada waktu perendaman 5 hari



a. Sebelum perendaman

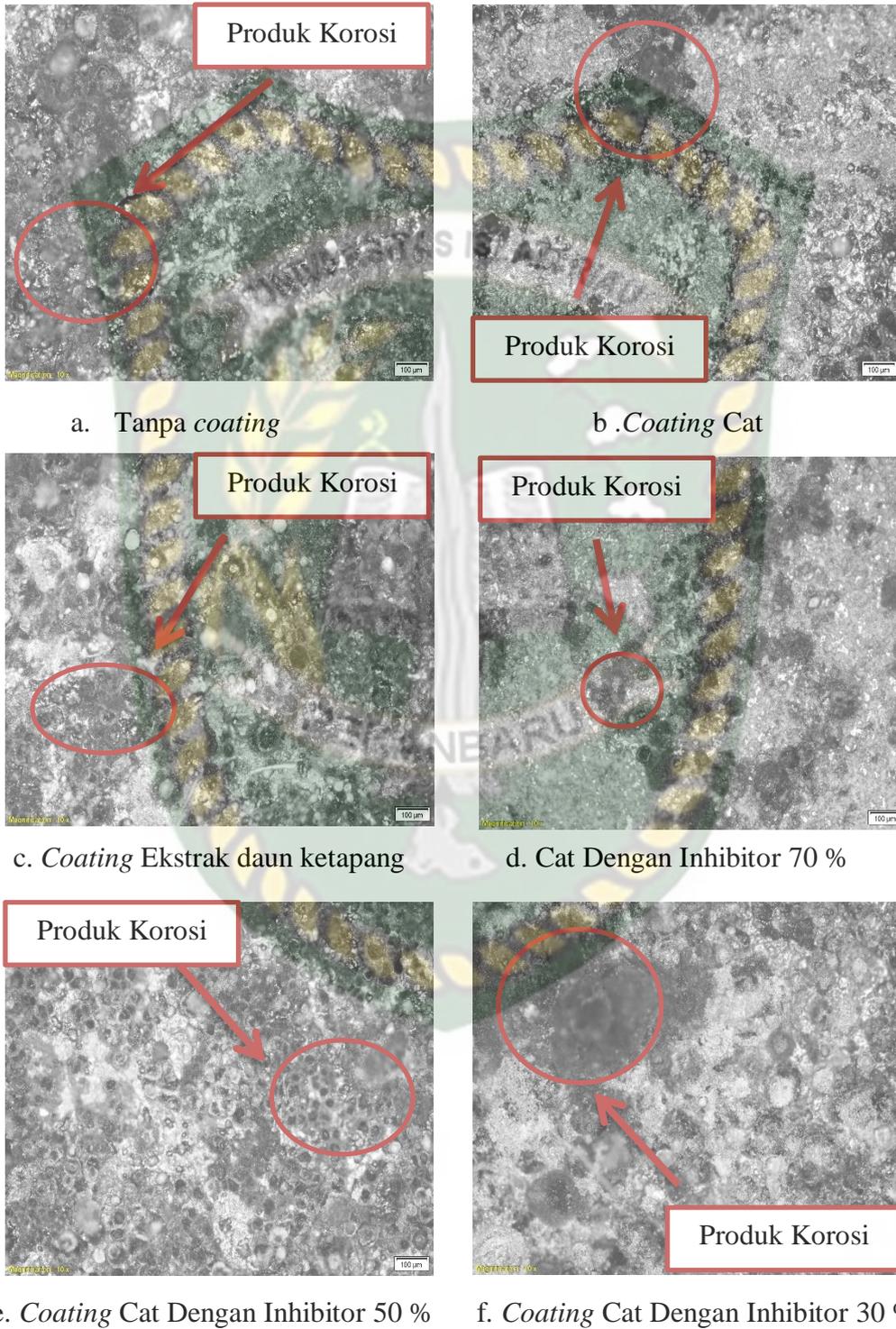


b. Tanpa *Coating*



Gambar 4.7 Pengaruh pelapisan menggunakan inhibitor dan cat pada korosi waktu perendaman 5 hari

B. Pengaruh pelapisan menggunakan inhibitor dan cat pada korosi waktu perendaman 15 hari



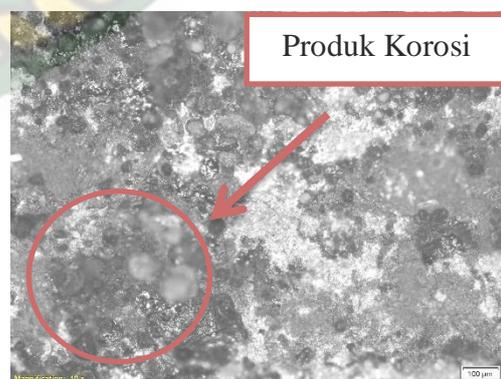
Gambar 4.8 Pengaruh pelapisan menggunakan inhibitor dan cat pada korosi waktu perendaman 15 hari

Berdasarkan hasil pengamatan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dari pengamatan struktur mikro terlihat adanya perbedaan antara spesimen sebelum perendaman dan setelah di lakukan perendaman, di lihat dari permukaan spesimen yang berlubang lubang dan bintik berwarna kehitaman yang merupakan produk dari korosi yang terjadi pada spesimen, pada perendaman 5 hari dengan menggunakan spesimen tanpa pelapis sama sekali terlihat produk korosi semakin banyak di permukaannya yang di sebabkan tidak adanya lapisan pelindung yang melindungi permukaan spesimen sehingga terpapar asam sulat secara langsung, sedangkan pelapisan menggunakan cat pada perendaman 5 hari sangat baik dalam melindungi permukaan spesimen dilihat dari permukaan spesimen produk korosi pada *coating* cat lebih sedikit dari semua variasi spesimen, untuk lapisan yang menggunakan pelapis inhibitor saja di lihat dari pengamatan mikronya 5 hari hingga 15 hari dapat menghambat laju korosi lebih baik di bandingkan tanpa pelapis sama sekali di ikuti dengan campuran cat dengan inhibitor 70 %, 30 % dan 50 % memiliki proteksi yang lebih baik dalam melindungi spesimen ketimbang menggunakan pelapis inhibitor saja. Adapun pelapisan dengan menggunakan cat dengan inhibitor 70 % korosi yang terjadi di permukaannya lebih sedikit di bandingan dengan campuran cat dan inhibitor 30 % dan 50 % di karenakan inhibitor terlarut kedalam larutan korosif.

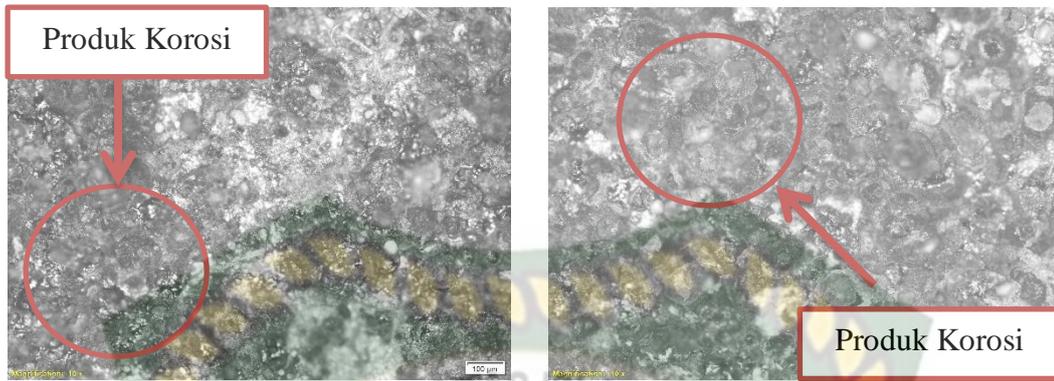
A. Pengaruh waktu perendaman pada korosi dengan tanpa *coating*



a. waktu perendaman 5 hari



b. Waktu perendaman 10 hari



c. waktu perendaman 15 hari

d. waktu perendaman 25 hari

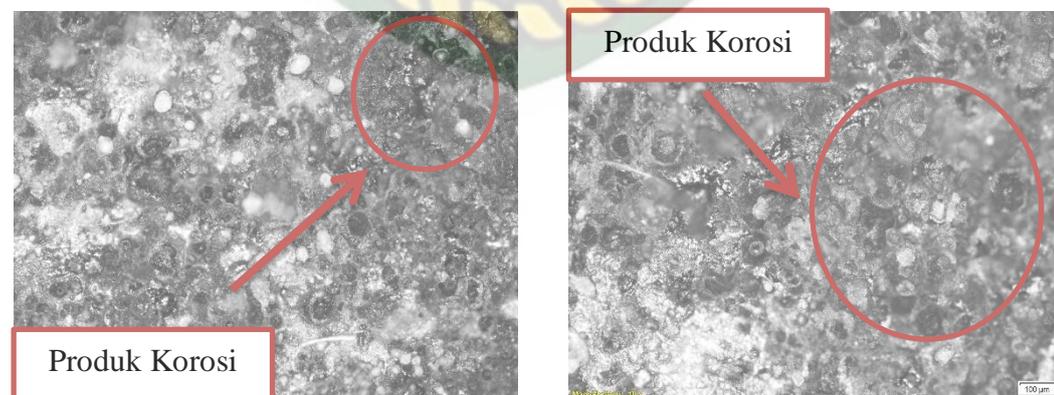
Gambar 4.9 Pengaruh waktu perendaman pada korosi dengan tanpa *coating*

D. Pengaruh waktu perendaman pada korosi dengan *Coating* inhibitor



a. waktu perendaman 5 hari

b. waktu perendaman 10 hari



c. waktu perendaman 15 hari

d. waktu perendaman 25 hari

Gambar 4.10 Pengaruh waktu perendaman pada korosi dengan *coating* inhibitor

Berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 terlihat ada perbedaan korosi di setiap waktunya, dapat dilihat dari spesimen tanpa menggunakan pelapis sama sekali semakin hari permukaan yang terkena korosi semakin bertambah bisa kita amati waktu perendaman 5 hari dengan waktu perendaman 15 hari produk korosi semakin bertambah dengan bertambahnya waktu, begitu juga dengan spesimen yang menggunakan pelapis inhibitor dari 5 hari ke 15 hari produk korosi juga semakin bertambah di mana semakin bertambahnya waktu perendaman permukaan yang terkena korosi juga semakin bertambah, akan tetapi lapisan dengan *coating* inhibitor masih bisa melindungi permukaan spesimen ketimbang tanpa pelapis sama sekali, metode dengan pelapisan inhibitor juga semakin hari kemampuan pelindung permukaannya juga semakin menurun di karenakan media asam sulat yang sangat korosif.

Berdasarkan pengamatan dengan permukaan material maka jenis korosi yang terjadi adalah jenis korosi merata dan sumuran dapat dilihat dari lubang lubang yang terbentuk seperti sumur, korosi sumuran merembet masuk kedalam spesimen yg menyebabkan kerusakan yang fatal pada spesimen korosi sumuran merupakan korosi yang dapat menyebabkan ke bocoran pada peralatan.adanya zat tanin pada inhibitor ekstrak daun ketapang melindungi baja A36 dengan membentuk senyawa kompleks menjadi orbital besi (III).

Senyawa Tanin dapat menghambat laju korosi karena zat tanin dapat membentuk senyawa kompleks besi+tanin. Senyawa kompleks yang dibentuk oleh tanin nantinya akan melapisi permukaan baja A 36 dan berguna untuk menghambat laju korosi. Besi merupakan logam transisi, salah satu sifat unsur transisi adalah mempunyai kecenderungan untuk membentuk ion kompleks atau senyawa kompleks. Ion-ion dari besi memiliki orbital-orbital kosong yang dapat menerima pasangan elektron dari tanin (Napitupulu, 2012) Untuk mengatasi korosi sumuran yang terjadi di permukaan logam maka di lakukan pelapisan dengan menggunakan cat dan inhibitor karna cat dan inhibitor ekstrak daun ketapang mengurangi laju korosi yang terjadi pada permukaan logam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian korosi pada baja ASTM A36 dengan pelapis (*coating*) inhibitor ekstrak daun ketapang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pelapisan dengan menggunakan ekstrak daun ketapang dapat menurunkan laju korosi pada baja ASTM A 36. Di buktikan dari hasil pengujian di dapatkan laju korosi untuk variasi pelapisan dengan inhibitor ekstrak daun ketapang adalah 0,0207 mm/y pada perendaman 5 hari, 0,0164 mm/y pada perendaman 10 hari dan tanpa pelapis laju korosinya adalah 0.0247 mm/y pada perendaman 5 hari 0,0167 mm/y pada perendaman 10 hari.
2. Berdasarkan laju korosi campuran cat dan inhibitor baik di gunakan sebagai lapisan pelindung plat baja ASTM A36, dengan laju korosi terendah dengan konsentrasi inhibitor 70 % di karenakan inhibitor ikut tercampur ke media korosif akan tetapi untuk pelapisan konsentrasi 30 % lebih di rekomendasikan karna lebih stabil dan tidak tercampur ke media.
3. Berdasarkan hasil penelitian campuran cat dan bahan alami baik di gunakan sebagai lapisan pelindung Baja A 36, akan tetapi untuk konsentrasi 50 % kurang baik jika di bandingkan dengan konsentrasi 30 % campuran cat dan inhibitor ekstrak daun ketapang.

5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu adanya campuran zat alami yang dapat merekatkan inhibitor agar lebih baik sehingga mengurangi ke gagalan *coating*

2. Melakukan pengujian dengan variasi ketebalan *coating* agar mendapatkan ketebalan *coating* terbaik untuk inhibitor dan cat.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Alhakim, A. (2011). *Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasis Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Baja Karbon Pada Lingkungan 0.5 1.5 2.5 3.5 % NACL Yang Mengandung Gas CO₂*. Universitas Indonesia: Skripsi.
- Badam, D. (2008). *Terminalia Catappa In Kolkata*. West Bengal India.
- Djaprie, S. (1995). *Ilmu Dan Teknologi Bahan, Edisi Ke 5*, Erlangga,. Jakarta: 483 - 510.
- Herman,P. (2019). *Analisis Sour Corrosion Pada Baja ASTM A36 Akibat Pengaruh Asam Sulfat Dengan Variasi Temperatur Dan Waktu Perendaman Di Lingkungan Laut*. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Fogler. (1992). *Elements Of Chemical Reaction Engginering,Edisi Ke 2*,Prentice Hall Internasional Inc. USA.
- Fotana, M. G. (1986). *Corrosion Enggineer*, Mc Graw Hill Book Company. Singapore.
- Gogot, H. (2010). *Exstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi*. Universitas Pembangunan Nasional.
- apsari, F. (2017). *Pengantar Korosi*. Universitas Brawijaya.
- Nugroho, A. (2011). *Pengaruh Penambahan Inhibitor Organik Estrak Umbi Ungu Terhadap Laju Korosi Pada Material Baja Low Carbon Di Lingkungan NACL 3.5 %* . Universitas Indonesia.
- Prameswari, B. (2008). *Studi Efektifitas Lapis*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Roni Septiari, H. S. (2013). *Studi Penggunaan Estra Bahan Alami Sebagai Inhibitor Korosi Pada Cat Untuk Pelat Kapal A36* . Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

- Sari, N. H. (2018). *Material Teknik*. Deepublish.
- Harjanti, M. (2010). *Pengaruh Exstrak Tunggal Dan Gabungan Daun Belimbing Wuluh (Averhoa Bilimbilinn) Terhadap Aktifitas Anti Bakteri Secara In Vitro*. Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim: Skripsi.
- Putrandi, F. T. (2017). *Application of papaya (carica papaya) leaf extract as organic inhibitor on api 5L grade B steel in HCl 1 M solution media*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Roberge, P. (1999). *Handbook of corrosion engineering*. McGraw-Hill Prof Med/Tech.
- Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). *Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang Sebagai Inhibisi Korosi Pada Baja Mild Steel Dalam Pipeline*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
- Sa'adah, L. (2010). *Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- 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*. Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.
- Sari, D., Handani, S., & Yetri, Y. (2013). *Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 Dalam Medium Asam Klorida Dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (Camelia Sinensis)*. Universitas Andalas. Padang
- Trethewey, K. R., & Chamberlain, J. (1991). *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.