



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH KONSENTRASI INHIBITOR EKSTRAK DAUB TEH  
(Camelia Sinensis) TERHADAP LAJU KOROSI BAJA KARBON  
SCHEDULE 40 GRADE B ERW**

**SKRIPSI**



**YONNA LUDIANA  
07135082**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2012**

**SKRIPSI**

**PENGARUH KONSENTRASI INHIBITOR EKSTRAK DAUN TEH  
(*Camelia Sinensis*) TERHADAP LAJU KOROSI BAJA KARBON  
SCHEDULE 40 GRADE B ERW**

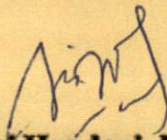
**Disusun oleh:**

**Yonna Ludiana  
07135082**

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada tanggal 17 Juli 2012**

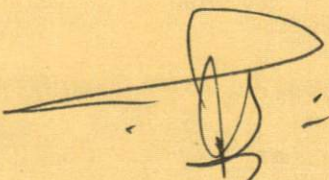
**Tim Penguji**

**Pembimbing Utama,**



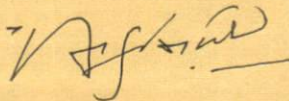
**Sri Handani, M.Si  
NIP.196907141995122001**

**Penguji I**



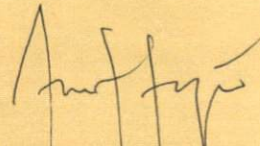
**Sri Mulyadi, M.Si  
NIP.195208011986101001**

**Penguji II**



**Afdal, M.Si  
NIP.197601062000031001**

**Penguji III**



**Afdhal Muttaqin, M.Si  
NIP.197704292005011002**

## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Allah meninggikan orang-orang beriman diantara kamu dan orang-orang  
berilmu pengetahuan beberapa derajat (Q.S Al-Mujadillah : 11).*

*Kelebihan orang yang berilmu dibandingkan ahli ibadah seperti kelebihan  
rembulan saat purnama dengan seluruh bintang gemintang (HR, Ibnu Majah  
dan Hibban).*

*Ilmu pengetahuan adalah kawan diwaktu sendirian, sahabat diwaktu sunyi,  
petunjuk jalan kepada agama, pendorong ketabahan disaat kekurangan dan  
kesusahan.*

Ya Allah Ya Rabbi, Zat pemangku langit dan bumi....

Yang mengutus para Rasul sebagai pembawa petunjuk dan menjelaskan  
syariat agama dengan keterangan yang jelas dan bukti-bukti yang nyata...

Tengadiah aku menanti ridho dan lindungan Mu dalam perjalanan hidupku..

Berilah aku kekuatan untuk melanjutkan perjuanganku dalam  
lindunganmu...

Kupersembahkan karya kecil ku ini buat mamaku tercinta Hira Atris(Ama.Pd),  
papa (Amril Deni). Cinta Kasih yang kau curahkan takkan dapat diganti dengan  
apapun di dunia ini. Hanya dengan mengingat wajahmu, semangat ku dapat  
tumbuh menghancurkan semua beban-beban kehidupan yang sulit untuk ku jalani.  
Hanya dengan mengingat perjuangan mu, ku dapat bangkit dari keputus-asaan

Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Dosen Fisika FMIPA  
UNPAD, khususnya kepada Ibu Sri Hlandani, M.Si yang telah meluangkan  
begitu banyak waktu dan perhatiannya untuk mendukung dan membantu  
dalam penyelesaian skripsi ini, semoga Allah SWT membalas semua  
kebaikan Ibu.

Buat keluarga besar Fisika FMIPA UN

*"Genggamlah bumi sebelum bumi menggenggammu, pijaklah bumi sebelum bumi memijakmu,  
maka perjuangkanlah hidup ini sebelum kamu memasuki perut bumi. Semangatlah, karena  
esok akan jadi kesuksesanmu"*

Spesial 4 Relativitas '07 (Henny, Osna, Aso, lin, Geby, Aci, Resti, Yani, Rizka, Susi, Adel, Adek, Sumar, Novi, Isil, Hamdi, Uci, Adi, D2t, Ayu, O2s, Indy, Echa, Nela, Incim, Rima, Acan, Oga, Elg, Iikh, Faisal, Izam, Ri2, Ega, Ani, Engrid, Bg Rahmat, Nanda, Galuh n Yzfri), trimakasih banyak atas nuansa2 indah yang telah kalian ukir dalam bingkai hidup, kalian tak kan terlupakan, tetap semangat y, chagoo....

Luv U so much ^\_^...

Teruntuk BP 003 mantan BP ku, Uni Ioli (2004), Uni Rja (2005), Uni Nora dan Ljdia (2006), dan Rja (2009), sangat menyenangkan punya saudara BP seperti uni, n adek2q. meskipun hanya sementara.

Untuk tmn kos : Ipat, K'tuti, sesi dan ida mkch atas smngtny.....

Untuk k'egi mkch ya kak, kak yang slw ada dikala pahit manisnya penelitian ini

^\_^ Untuk adik2q yang tersayang (Hesti, Cica, Chaiza) semoga kalian bisa jauh lebih sukses dari apa yang kakak dapatkan ini.... Untuk tante, dan keluargaku, terima kasih atas semangat dan dorongannya selama ini, jasa-jasamu tak lekang oleh waktu. Untuk bang Domi yulardi Ama.Pd, terima kasih atas semua dukungan sampai detik ini, semoga kita mempunyai kesempatan untuk melakukan yang terbaik lagi di kehidupan kita. Untuk osna prea, anhe dan galuh, mkch atas kebrsamaan dlm suka dan duka, ning ning, eca, kita senasib dan sepenanggungan,

*Marilah kita berdo'a*

*agar saat cuaca kehidupan menjadi beringas dan membadai,*

*Tuhan berkenan untuk menjadikan sekecil-kecilnya kemampuan kita*

*sebagai sayap kuat yang menerbang jauhkan kita dari kesulitan yang melemahkan*

*Agar bicara kita bebas,*

*retak senyum kita spontan,*

*tawa kita renyah,*

*dan agar tidur kita damai.*

*Tuhan kami,*

*Bebaskanlah kami dari sikap dan perilaku yang hanya akan menyulitkan kami sendiri.*

*Aamiin....*

*(Mario Teguh)*

## KATA PENGANTAR



Puji beserta syukur, penulis ucapkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Proposal Penelitian ini dengan judul **“Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia Sinensis*) Terhadap Laju Korosi Baja Carbon Steel Schedule 40 Grade B ERW”**. Proposal penelitian ini disusun sebagai pedoman melaksanakan penelitian dalam rangka penulisan skripsi yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana fisika Universitas Andalas.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Sri Handani, M.Si selaku pembimbing yang telah banyak membantu, memberi petunjuk, saran-saran, dan pengarahan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Ketua Jurusan Fisika, Bapak Arif Budiman, M.Si dan seluruh staf pengajar yang telah berbagi ilmu, pemahaman dan pengalamannya, serta seluruh pegawai akademis di lingkungan Jurusan Fisika atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.
3. Bapak dari PT.Pertamina Bungus yang telah banyak membantu dalam pemberian sampel dalam penelitian ini.
4. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga besar penulis yang telah memberikan dorongan yang sangat besar kepada penulis.
5. Teman-teman di Jurusan Fisika Universitas Andalas atas segala bantuannya.
6. Dan kepada semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.

Dalam penulisan ini, penulis menyadari banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penyelesaian skripsi ini. Seperti kata pepatah “tak ada gading

yang tak retak”, banyak kekurangan dan keterbatasan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritiknya sebagai pedoman untuk perbaikan di masa yang akan datang. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Padang, September 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori .....	5
2.2.1 Korosi .....	5
2.2.2 Ekstrak Daun Teh sebagai Inhibitor .....	12
2.2.3 Baja Karbon <i>Schedule 40 Grade B ERW</i> .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat yang Digunakan .....	15
3.3 Bahan-Bahan yang Digunakan .....	18
3.4 Prosedur Kerja .....	18
3.4.1 Persiapan bahan uji .....	18
3.4.2 Pengambilan data .....	20
3.4.3 Pengamatan Bentuk Morfologi Permukaan .....	22

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Laju Korosi .....	25
4.1.1 Laju Korosi Baja tanpa dan setelah dilapisi inhibitor, perendaman 3 dan 6 hari .....	23
4.2 Efisiensi Inhibisi Korosi .....	24
4.2.1 Efisiensi Inhibisi Korosi pada perendaman 3 dan 6 hari ..	24
4.3 Foto morfologi permukaan .....	26
4.3.1 Foto morfologi permukaan Spesimen awal .....	26
4.3.2 Foto morfologi permukaan baja setelah dilapisi inhibitor.	26
4.3.3 Foto morfologi permukaan baja tanpa dilapisi inhibitor ...	27
4.3.4 Foto morfologi permukaan baja setelah dilapisi inhibitor, perendaman 3 hari.....	27
4.3.5 Foto morfologi permukaan baja setelah dilapisi inhibitor, perendaman 6 hari.....	28

## **BAB V KESIMPULAN dan SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran .....	30

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>31</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Pembentukan karat .....	6
Gambar 2.2 Atom permukaan .....	7
Gambar 2.3 Struktur senyawa kafein .....	11
Gambar 2.4 Mekanisme proteksi pembentukan pelapisan .....	11
Gambar 2.5 Daun teh ( <i>Camelia sinensis</i> ).....	13
Gambar 2.6 Pipa baja karbon <i>Schedule 40</i> .....	14
Gambar 3.1 <i>Hot plate magnetic stirrer</i> C-MAG HS 7 .....	15
Gambar 3.2. Gelas kimia.....	16
Gambar 3.3 Timbangan digital PGW 2502i .....	16
Gambar 3.5 Logam penjepit .....	16
Gambar 3.6 Pipet tetes .....	17
Gambar 3.7 Oven <i>memmert</i> .....	17
Gambar 3.8 Mesin grinder .....	17
Gambar 3.9 Jangka sorong.....	18
Gambar 3.10 Sampel baja .....	19
Gambar 4.1 Grafik Laju korosi tanpa dan setelah dilapisi, perendaman 3 dan 6 hari.....	23
Gambar 4.2 Grafik konsentrasi terhadap efisiensi korosi tanpa dan setelah dilapisi perendaman 3 dan 6 hari .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Gambar baja dalam medium korosif NaCl.....	33
Lampiran 2. Gambar baja dengan penambahan inhibitor .....	33
Lampiran 3. Foto morfologi permukaan dari spesimen baja awal.....	38
Lampiran 4. Foto morfologi permukaan dari spesimen baja setelah dilapisi ekstrak daun teh .....	35
Lampiran 5. Foto morfologi permukaan dari spesimen baja pada medium korosif .....	35
Lampiran 6. Permukaan dari spesimen baja setelah dilapisi ekstrak daun teh perendaman 3 hari .....	36
Lampiran 7. Foto morfologi permukaan dari spesimen baja setelah dilapisi ekstrak daun teh perendaman 6 hari .....	36
Lampiran 8. Tabel baja pada perendaman 3 hari .....	37
Lampiran 9. Tabel baja pada perendaman 6 hari .....	38
Lampiran 10. Tabel baja dengan penambahan konsentrasi pada perendaman 3 hari .....	39
Lampiran 11. Tabel baja dengan penambahan konsentrasi pada perendaman 6 hari .....	41
Lampiran 12. Tabel efisiensi inhibisi korosi perendaman 3 hari .....	43
Lampiran 13. Tabel efisiensi inhibisi korosi perendaman 3 hari .....	44
Lampiran 14. Perhitungan penentuan persentase pengurangan massa baja dalam medium korosif.....	45
Lampiran 15. Perhitungan penentuan persentase kehilangan massa baja setelah dilapisi inhibitor.....	46
Lampiran 16. Perhitungan penentuan laju korosi.....	47
Lampiran 17. Perhitungan penentuan efisiensi inhibisi korosi.....	48

**PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK DAUN TEH (*CAMELIA SINENSIS*)  
TERHADAP LAJU KOROSI BAJA *CARBON STEEL SCHEDULE 40*  
GRADE B ERW**

**ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia Sinensis*) terhadap laju korosi baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW*. Metode yang digunakan adalah pengurangan massa. Medium korosif yang digunakan adalah NaCl 3%. Lama perendaman divariasikan yaitu 3 dan 6 hari untuk melihat kemampuan inhibitor menghambat laju korosi. Sebelum direndam dalam larutan korosif, baja karbon direndam dalam larutan inhibitor ekstrak daun teh dengan konsentrasi 1%-5% selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi yang paling besar terjadi pada konsentrasi 4 %, baik untuk perendaman 3 hari maupun 6 hari dengan efisiensi masing-masing adalah 74,32 % dan 73,41 %. Morfologi permukaan yang diperoleh menggunakan foto optik *trinokuler* dari baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* memperlihatkan permukaan baja yang dilapisi dengan ekstrak daun teh mengalami korosi lebih sedikit.

Kata kunci : laju korosi, inhibitor ekstrak daun teh, NaCl

## **EFFECT OF TEA LEAF EXTRACT INHIBITORS (*Camelia sinensis*) ON CORROSION RATE OF GRADE B SCHEDULE 40 ERW CARBON STEEL**

### **ABSTRACT**

A research on the effect of concentration of tea leaf (*Camelia sinensis*) extract inhibitor on the corrosion rate of grade B schedule 40 ERW carbon steel has been done. The method used is mass reduction. Corrosive medium used is 3% NaCl. Time of immersion is varied, ie 3 and 6 days to see the ability of inhibitor to inhibit the rate of corrosion. Before soaked in to corrosive medium, carbon steel is immersed in a solution of tea leaf extract inhibitor with concentration of 1% - 5% for 24 hours. The results showed that the maximum corrosion inhibition efficiency occur at inhibitor concentrations of 4%, both for 3 and 6 days of immersion with efficiency respectively 74,32% and 73,41%. Surface morphology, which is obtained using an optical trinocular of, of grade B schedule 40 ERW carbon steel which has coated with tea leaf extract had less corrosion.

Keywords: rate of corrosion, tea leaf extract inhibitor, NaCl

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses korosi terjadi secara alamiah dan tidak dapat dicegah seluruhnya, seringkali berlangsung secara tiba-tiba sehingga di luar prediksi yang telah direncanakan. Korosi yang terjadi sering menimbulkan kerugian yang besar. Adanya korosi pada dunia perminyakan mengakibatkan dampak yang besar dari berbagai aspek, seperti pencemaran lingkungan akibat tumpahnya minyak, terganggunya proses produksi akibat proses penggantian dan membengkaknya biaya operasional. Hal ini pernah dialami oleh PT. Pertamina (Persero) Unit Pemasaran 1 Terminal BBM Teluk Kabung, Jl. Raya Padang-Painan KM 24 Padang, yang selama 3 tahun terakhir mengakami kebocoran pipa sebanyak 2 kali. Kebocoran yang sering terjadi di daerah dermaga karena pipa sering terkena percikan ombak air laut.

Laju korosi karena pengaruh Sulfur dan Klorida pada berbagai tempat berbeda-beda, karena semakin lama perendaman suatu beton ke dalam laut, maka akan semakin besar pula laju korosinya, laju korosi yang banyak terjadi disekitar daerah pantai karena percikan ombak air laut, oleh sebab itu maka pada penelitian ini digunakan medium Natrium Klorida (NaCl). Pada penelitian ini diperlukan suatu upaya untuk mengatasi masalah laju korosi ini. Korosi tidak dapat dicegah tetapi lajunya dapat dikurangi. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi, salah satunya dengan pemakaian inhibitor. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi,

karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Hermawan, 2010).

Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi terhadap struktur baja. Salah satu alternatif adalah ekstrak bahan alam khususnya senyawa yang mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks dengan logam seperti daun teh dan daun kopi.

Pada penelitian ini, inhibitor yang digunakan adalah ekstrak daun teh (*Camelia Sinensis*), karena tanaman teh selain harganya relatif murah, mudah didapat, daun teh juga mempunyai kandungan tanin yang besar dari kopi yaitu sekitar 7 % - 15% dan tidak beracun (Ferdany, 2010).

## **1.2 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi hanya pada penentuan laju korosi selama 3 hari dan 6 hari pada baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* di dalam medium korosif larutan NaCl, baik yang dilapisi maupun tanpa dilapisi ekstrak daun teh.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimum inhibitor ekstrak daun teh dalam larutan NaCl.

#### **1.4 Manfaat penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah didapatkannya konsentrasi optimum inhibitor untuk mengurangi laju korosi Baja Karbon *Schedule 40 Grade B*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian mengenai analisis laju korosi dengan penambahan inhibitor korosi pada pipa sekunder reaktor SSG-Gas oleh Febrianto (2010), di dapatkan hasil bahwa pada berbagai variasi konsentrasi yang digunakan dari 0 ppm-150 ppm, konsentrasi optimum inhibitor untuk memperlambat laju korosi adalah pada konsentrasi 100 ppm yaitu laju korosi tanpa penambahan inhibitor  $0,2 \pm 0,01$  mpy, sedangkan setelah dilapisi menurun menjadi  $0,13 \pm 0,02$  mpy.

Penelitian mengenai laju korosi beton terhadap pengaruh Sulfur dan Klorida yang di ekspose di berbagai lokasi pantai Utara Jawa oleh Soeroso (1995), didapatkan hasil bahwa di berbagai daerah diantaranya Semarang, Cilagon, Muara Karang dan Gresik bahwa semakin lama perendaman beton ke dalam laut, maka akan semakin besar pula kadar Klorida dan Sulfur dalam beton tersebut sehingga laju korosinya juga akan semakin besar, tetapi di daerah Semarang, laju korosinya tidak besar, ini karena di daerah laut Semarang kandungan Klorida dan Sulfurnya lebih stabil.

Penambahan ekstrak daun inai (*Lawsonia Inermis*) pada baja St.37 oleh Wildani (2009) dengan menggunakan metode pengurangan massa, dalam médium korosif lingkungan air (aquades) dan Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), didapatkan kesimpulan bahwa pemberian ekstrak daun inai pada larutan  $\text{HNO}_3$  terbukti dapat menurunkan laju korosi baja ST.37 pada konsentrasi larutan  $\text{HNO}_3$

0,1;0,2;0,3;0,4;0,5 N dengan efisiensi inhibisi korosi masing-masing adalah 78,92 %, 53,74 %, 44,85 %, 44,45 % dan 39,65 %.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan Baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW* dengan menggunakan metode pengurangan massa, dalam medium korosif NaCl dengan konsentrasi 3% dan menggunakan ekstrak inhibitor dengan konsentrasi 1 %, 2%, 3%, 4% dan 5%.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Korosi**

Korosi adalah kemunduran (kemerosotan) dan kehilangan bahan oleh proses kimiawi atau perubahan yang terjadi pada permukaan logam/baja yang disebabkan adanya reaksi kimia dengan lingkungan, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas logam. Korosi pada bahan logam/baja secara umum timbul sebagai hasil dari reaksi elektrokimia yang diakibatkan oleh adanya elektrolit-elektrolit yang mengalami kontak dengan permukaan logam, elektrolit tersebut bisa berupa asam, garam atau alkali.

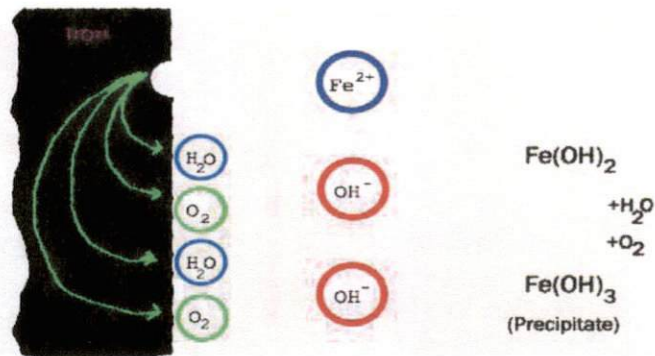
Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan atas dua yaitu:

1. Berasal dari bahan itu sendiri (faktor internal)

Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, teknik pencampuran bahan, dll.

2. Berasal dari lingkungan (faktor eksternal)

Faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, dll.



**Gambar 2.1** Pembentukan karat  
(Sumber: Haryono, dkk., 2010)

Besi (Fe) sebagai salah satu jenis logam yang banyak digunakan, adapun mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut :



Ferohidroksida [Fe(OH)<sub>2</sub>] yang terjadi merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara, selanjutnya dengan adanya air dan udara [Fe(OH)<sub>2</sub>] teroksidasi, sehingga mekanismenya adalah :



Ferrihidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat (Vogel, 1979). Reaksinya adalah:



Karat (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang terjadi menimbulkan berbagai kerusakan, berdasarkan bentuk kerusakan yang ditimbulkan pada baja, korosi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Korosi merata

Korosi merata merupakan bentuk korosi yang menyerang seluruh permukaan logam secara serentak pada skala makroskopik.

2. Korosi sumur

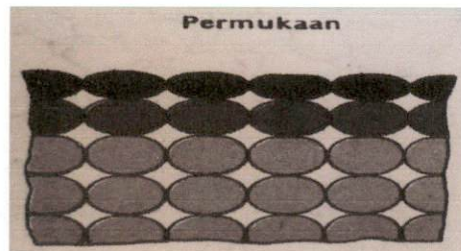
Korosi sumur merupakan bentuk korosi yang terlokasi dan terarah.

3. Korosi lokal

Korosi lokal merupakan bentuk korosi yang menyerang bagian tertentu dari permukaan.

4. Korosi batas butir

Korosi batas butir merupakan bentuk korosi yang terjadi sepanjang batas butir kristal. Korosi ini terjadi karena adanya ketidaksempurnaan dalam kristal itu sendiri, ukuran kristal (butir) setiap atom berbeda-beda, karena bentuk butir diatur oleh adanya butir-butir lain di sekitarnya, ketidakseragaman antara butiran yang berdekatan menghasilkan tumpukan atom yang kurang bagus di sepanjang batas, ini yang menyebabkan daerah bagian atas butir lebih mudah terkikis sehingga menyebabkan korosi.



**Gambar 2.2** Atom permukaan  
(Sumber: Van Vlach, 1992)

5. Korosi akibat akumulasi tegangan

Korosi akibat akumulasi tegangan merupakan bentuk korosi yang merambat hingga batas butir karena adanya tegangan yang diberikan pada bahan.

## 6. Korosi celah

Korosi celah merupakan bentuk korosi yang terjadi pada sambungan dua bahan.

Korosi pada permukaan suatu logam dapat dipercepat oleh beberapa faktor, adapun faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi antara lain:

### 1. Kontak langsung logam dengan $H_2O$ dan $O_2$

Korosi pada permukaan logam merupakan proses yang mengandung reaksi redoks. Logam besi tidaklah murni, melainkan mengandung campuran karbon yang menyebar secara tidak merata dalam logam tersebut. Akibatnya menimbulkan perbedaan potensial listrik antara atom logam dengan atom karbon (C). Atom logam besi (Fe) bertindak sebagai anoda dan atom C sebagai katoda. Oksigen dari udara yang larut dalam air akan tereduksi, sedangkan air sendiri berfungsi sebagai media tempat berlangsungnya reaksi redoks pada peristiwa korosi.

### 2. Keberadaan zat pengotor

Zat pengotor di permukaan logam dapat menyebabkan terjadinya reaksi reduksi tambahan, sehingga lebih banyak atom logam yang teroksidasi.

### 3. Kontak dengan elektrolit

Keberadaan elektrolit, seperti garam dalam air laut dapat mempercepat laju korosi.

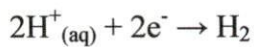
### 4. Temperatur

Temperatur mempengaruhi kecepatan reaksi redoks pada peristiwa korosi. Semakin tinggi temperatur maka semakin cepat terjadinya korosi. Efek korosi

yang disebabkan oleh pengaruh temperatur dapat dilihat pada mesin-mesin yang dalam pemakaiannya menimbulkan panas akibat gesekan (seperti *cutting tools*) atau dikenai panas secara langsung (seperti mesin kendaraan bermotor).

#### 5. pH

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



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

#### 6. Metalurgi

##### ➤ Permukaan logam

Permukaan logam yang lebih kasar akan menimbulkan beda potensial dan memiliki kecenderungan untuk menjadi anoda yang terkorosi.

##### ➤ Efek *Galvanic Coupling*

Kemurnian logam yang rendah mengindikasikan banyaknya atom-atom unsur lain yang terdapat pada logam tersebut sehingga memicu terjadinya efek *Galvanic Coupling*, yakni timbulnya perbedaan potensial pada permukaan logam. Efek ini memicu korosi pada permukaan logam melalui peningkatan reaksi oksidasi pada daerah anoda.

#### 7. Mikroba

Adanya mikroba pada permukaan logam dapat menyebabkan peningkatan korosi pada logam. Mikroba yang mampu menyebabkan korosi, antara lain:

protozoa, bakteri besi mangan oksida, bakteri reduksi sulfat, dan bakteri oksidasi sulfur-sulfida.

Laju korosi menunjukkan mudah atau tidaknya suatu material bereaksi dengan lingkungannya, dimana perbedaan bagian-bagian dari struktur yang mengalami korosi bertindak sebagai elektroda, sedangkan yang membuat terjadinya korosi adalah air yang bertindak sebagai elektrolit. Perbedaan potensial antara dua bagian struktur logam ini terjadi karena perbedaan suhu, kelembaban, dll. Pada laju korosi diupayakan agar pertukaran ion tersebut berlangsung dengan laju yang relatif rendah. Laju korosi dapat ditentukan dengan metode pengurangan massa yaitu pengurangan massa setelah dan sebelum terkorosi yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Laju korosi} = \frac{\Delta m}{A \times t} \quad (2.4)$$

Dimana:

$\Delta m$  = perubahan massa sampel (gram)

$A$  = luas permukaan benda ( $\text{cm}^2$ )

$t$  = waktu korosi (hari)

Korosi tidak dapat dicegah, tapi lajunya dapat dicegah, pencegahan korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara (Djaprie, 1995), yaitu:

#### a. Pelapisan

Dilakukan dengan memberikan suatu lapisan yang dapat mengurangi kontak antara logam dengan lingkungannya. Lapisan pelindung yang sering dipakai adalah bahan metalik, anorganik atau pun organik yang relatif tipis.



Efisiensi merupakan suatu titik ukuran keberhasilan sejauh mana kemampuan inhibitor mengurangi laju korosi. Penentuan efisiensi inhibisi korosi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi inhibisi korosi} = \frac{Xa - Xb}{Xa} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

$Xa$  = rata-rata % kehilangan massa tanpa dilapisi ekstrak daun teh

$Xb$  = rata-rata % kehilangan massa baja yang dilapisi ekstrak daun teh

### 2.2.2 Ekstrak Daun Teh Sebagai Inhibitor

Salah satu alternatif dalam pengendalian korosi adalah menggunakan ekstrak bahan alam khususnya senyawa yang mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks dengan logam. Dari hasil penelitian seperti Fraunhofer (1996), diketahui bahwa ekstrak daun teh dapat efektif sebagai inhibitor pada sampel logam besi dalam medium larutan garam. Keefektifan ini diduga karena ekstrak daun teh memiliki unsur nitrogen yang berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap  $Fe^{2+}$  untuk membentuk senyawa kompleks.

Daun teh mengandung senyawa tanin berkisar antara 7-15%. Senyawa tanin yang ada dalam daun teh dapat berfungsi sebagai inhibitor (Putra, 2009).



**Gambar 2.5** Daun teh (*Camelia Sinensis*)  
(Sumber: Putra, 2009)

Tanaman teh dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Divisio : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliophyta  
Ordo : Ericales  
Family : Theaceae  
Genus : Camelia  
Spesies : Camelia Sinensis

Tanin mempunyai kemampuan membentuk senyawa kompleks karena memiliki unsur nitrogen yang berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap logam  $Fe^{+2}$  yang berfungsi sebagai inhibitor. Senyawa kafein pada tanin memiliki dua atom oksigen yang dapat bereaksi dengan ion  $Fe^{2+}$  membentuk senyawa kompleks.

### 2.2.3 Baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW*

Baja merupakan paduan logam yang terdiri dari besi, karbon, dan unsur lainnya. Karbon merupakan salah satu unsur yang sangat penting, karena dapat

meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Baja karbon adalah jenis baja dengan paduan utama karbon,  $Mn < 1,6 \%$ ,  $Si < 0,5 \%$ , dimana unsur paduannya  $< 0,1 \%$  (Haryono, dkk., 2010).

Baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* mempunyai kandungan unsur utama yaitu besi (Fe), termasuk pada karbon menengah dengan kandungan karbon  $0,3 \%$  -  $0,6 \%$ , banyak digunakan untuk pipa saluran, meski sudah di campur dengan karbon, namun baja masih tetap bisa berkarat apalagi dalam larutan garam (Natrium Klorida), karena kandungan besi (Fe) inilah yang menyebabkan elektronnya mudah teroksidasi, sehingga menimbulkan terjadinya korosi, laju korosi yang terjadi dalam larutan Natrium Klorida (NaCl)  $3\%$ , tanpa dilapisi dengan inhibitor pada baja karbon menengah adalah  $7,89$  mpy (Samosis, 2012).



**Gambar 2.6** Pipa baja karbon *Schedule Grade B ERW* di Pertamina BBM di Teluk Kabung jl. Raya Padang-Painan km 24 padang

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai Maret 2012 di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

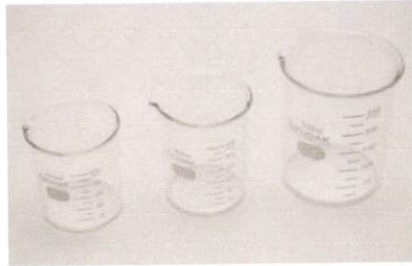
#### 3.2 Alat yang Digunakan

- a. *Hot plate magnetic stirrer* C-MAG HS 7, digunakan untuk mengaduk dan memanaskan larutan inhibitor. Mengaduk dan memanaskan larutan inhibitor dilakukan selama 30 menit pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ .



**Gambar 3.1** *Hot plate magnetic stirrer* C-MAG HS 7

- b. Gelas kimia dengan merk pyrex, digunakan sebagai tempat untuk melarutkan zat.



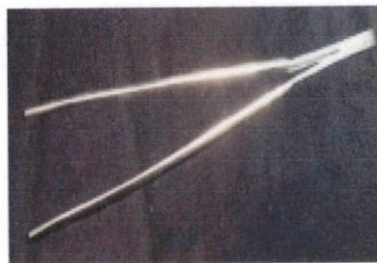
**Gambar 3.2** Gelas kimia

- c. Timbangan digital PGW 2502i, sebagai alat untuk mengukur massa dari bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Massa yang bisa ditimbang oleh timbangan digital PGW 2502i ini maksimal 300 g.



**Gambar 3.4** Timbangan digital PGW 2502i

- d. Logam penjepit, digunakan untuk menjepit tabung reaksi pada saat pemanasan dan untuk membantu mengambil sampel kain pada kondisi panas.



**Gambar 3.5** Logam penjepit

- e. Pipet tetes, digunakan untuk mengambil bahan berbentuk larutan dalam jumlah yang kecil.



**Gambar 3.6** Pipet tetes

- f. Oven dengan merk *Memmert* digunakan untuk memanaskan dan mengeringkan larutan, dengan suhu antara  $0^{\circ}\text{C}$  –  $220^{\circ}\text{C}$ .



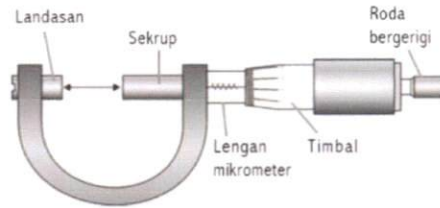
**Gambar 3.7** Oven memmert

- g. Mesin Grinder dengan merk *Fritsch* digunakan untuk menghaluskan material



**Gambar 3.8** Mesin grinder  
(Sumber: Lab. Kimia Organik)

- h. Jangka Sorong dengan merk *metric*, digunakan untuk mengukur ketebalan benda, dengan ketelitian  $0,01\text{ mm}$ .



**Gambar 3.9** Jangka sorong

- i. Kertas amplas dengan merk KINIK CC-1500-CW, digunakan untuk membersihkan/menghaluskan lemak yang menempal pada baja.

### 3.3 Bahan-Bahan yang Digunakan

1. Baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW* dari Pertamina sebagai sampel
2. Daun teh (*Camelia Sinensis*) sebagai inhibitor.
3. Natrium Klorida (NaCl) sebagai medium korosif
4. Aquades sebagai campuran dalam larutan elektrolit
5. Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 4% sebagai larutan pencuci sampel
6. Aseton sebagai larutan untuk membersihkan lemak yang menempel pada baja.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Bahan Uji

Persiapan bahan uji dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Persiapan sampel baja

Baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* yang berbentuk pipa dipotong dengan ketebalan 0,5 cm, panjang 3 cm dan lebar 3 cm sebanyak 36 buah sampel. Kemudian permukaan baja dihaluskan dengan amplas besi dengan merk KINIK CC-1500-CW dan direndam di dalam aseton untuk menghilangkan

lemak yang menempel pada baja. Selanjutnya baja dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 15 menit. Setelah itu baja ditimbang untuk menentukan massa awalnya.



**Gambar 3.10** Sampel baja

## 2. Persiapan bubuk inhibitor

Daun teh segar sebanyak 3000 g dikering anginkan selama 14 hari di dalam ruangan. Setelah kering, daun teh yang didapatkan sekitar 1000 gram, kemudian dihaluskan dengan mesin grinder merk *fritsch* untuk mendapatkan bubuk teh.

## 3. Pembuatan larutan inhibitor .

Sebanyak 1000 g daun teh yang dijadikan bubuk, diletakkan di dalam gelas ukur 250 ml. Untuk mendapatkan larutan inhibitor 5 %, diambil 5 g bubuk daun teh dan di campur dengan 95 ml aquabides dan dipanaskan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu 80°C. Setelah 30 menit, larutan ini didinginkan dan kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring.

Pembuatan larutan inhibitor dibuat dengan berbagai konsentrasi dari 1% - 5%, dari bubuk kering daun teh dan pelarut (aquabides), dengan komposisi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi inhibitor dengan berbagai variasi

NO	Massa Bubuk Daun Teh (g)	Massa Pelarut (g)	(%)Larutan Inhibitor
1	1	99	1
2	2	98	2
3	3	97	3
4	4	96	4
5	5	95	5

#### 4. Persiapan Lingkungan Uji (medium korosif)

Lingkungan uji (medium korosif) yang digunakan adalah Natrium Klorida (NaCl) dengan konsentrasi 3 %. Medium korosif NaCl ini dibuat dengan metode pengenceran yaitu 3 g bubuk NaCl dicampur dengan 97 ml .

### 3.4.2 Pengambilan Data

#### A. Sampel baja tanpa dilapisi inhibitor

1. Seluruh sampel dibersihkan terlebih dahulu.
2. Diambil sebanyak 3 buah sampel yang sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam dalam larutan medium korosif pada temperatur kamar selama 3 hari (72 jam) dalam medium korosif NaCl 3 %.
3. Diambil sebanyak 3 buah sampel lagi yang sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam dalam larutan medium korosif pada temperatur kamar selama 6 hari (144 jam) dalam medium korosif NaCl 3 %.
4. Setelah waktu korosi tercapai, maka dilakukan pencucian produk korosi yaitu dengan mencelupkan produk korosi ke dalam asam sulfat 4% dan dibilas dengan aquabides lalu dicelupkan ke dalam aseton, kemudian dikeringkan selama 15 menit pada suhu 40 °C dan ditimbang.

5. Massa baja sebelum dan sesudah perendaman dihitung, massa ini merupakan massa yang hilang selama peristiwa korosi. Kehilangan massa baja dinyatakan dalam persen (%) yaitu dengan membandingkan selisih massa baja setelah perendaman dan masa baja sebelum perendaman kemudian dikali 100% , persen kehilangan massa ini sebanding dengan massa korosi, laju korosi dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2

## **B. Sampel baja dengan dilapisi inhibitor**

1. Seluruh sampel dibersihkan terlebih dahulu.
2. Diambil sebanyak 6 buah sampel yang sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam dalam larutan inhibitor selama 1 hari (24 jam)
3. Setelah satu hari perendaman dengan inhibitor, sampel baja di angkat dan dikeringkan, kemudian sampel ditimbang dan hasil penimbangan merupakan massa baja yang sudah dilapisi.
4. Dari 6 buah sampel, diambil sebanyak 3 buah sampel yang sudah diketahui massa yang sudah dilapisi, kemudian direndam dalam larutan medium korosif pada temperatur kamar selama 3 hari ( 72 jam) dalam medium korosif NaCL 3 %.
5. Diambil sebanyak 3 buah sampel yang lagi sudah diketahui massa awalnya, kemudian direndam dalam larutan medium korosif pada temperatur kamar selama 6 hari (144 jam) dalam medium korosif NaCL 3 %.
6. Setelah waktu korosi tercapai, maka dilakukan pencucian produk korosi yaitu dengan mencelupkan produk korosi ke dalam asam sulfat 4% dan dibilas

dengan aquabides lalu dicelupkan ke dalam aseton, kemudian dikeringkan selama 15 menit pada suhu 40 °C dan ditimbang.

7. Massa baja sebelum dan sesudah perendaman dihitung, massa ini merupakan massa yang hilang selama peristiwa korosi. Kehilangan massa baja dinyatakan dalam persen (%) yaitu dengan membandingkan selisih massa baja setelah perendaman dan masa baja sebelum perendaman kemudian dikali 100%, persen kehilangan massa ini sebanding dengan massa korosi.

### **3.4.3 Pengamatan Bentuk Morfologi Permukaan**

Setelah pengujian korosi dilakukan, kemudian untuk menganalisis permukaan baja, maka baja awal dan baja yang sudah dilapisi dan tanpa dilapisi ekstrak inhibitor difoto dengan menggunakan alat foto optik *Trinokuler* dengan perbesaran 100 kali.

## BAB IV

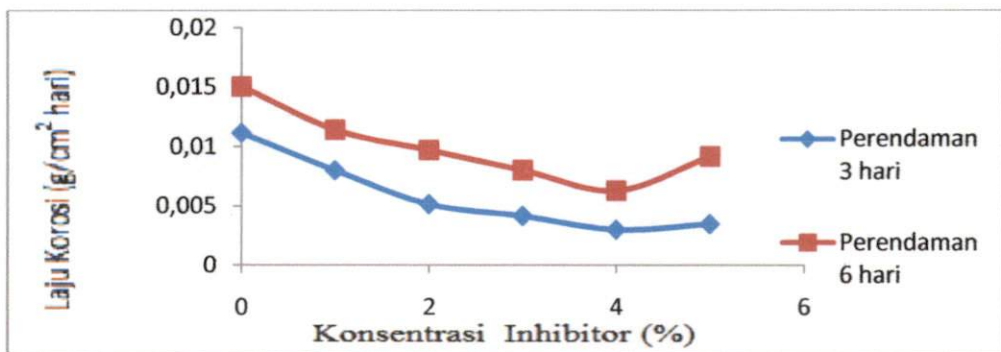
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian korosi dengan menggunakan metode pengurangan massa untuk baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* tanpa dan setelah dilapisi ekstrak daun teh dapat dilihat pada Gambar 4.1, sedangkan untuk nilai efisiensi inhibisi baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Morfologi permukaan baja sebelum dan sesudah direndam dalam larutan NaCl untuk baja yang dilapisi dan tidak dilapisi ekstrak daun teh dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.1 Laju Korosi

##### 4.1.1 Laju Korosi Baja Karbon *Schedule 40 Grade B ERW* Tanpa dan Setelah Dilapisi Ekstrak Daun Teh Pada Perendaman 3 dan 6 Hari

Pada pengujian hasil laju korosi pada perendaman selama 3 dan 6 hari, terlihat adanya perbedaan antara sampel baja yang dilapisi dan tanpa dilapisi dengan larutan ekstrak daun teh, Pada berbagai variasi konsentrasi larutan inhibitor yang diberikan terlihat adanya indikasi pengurangan laju korosi setelah dilapisi larutan inhibitor seperti pada Gambar 4.1



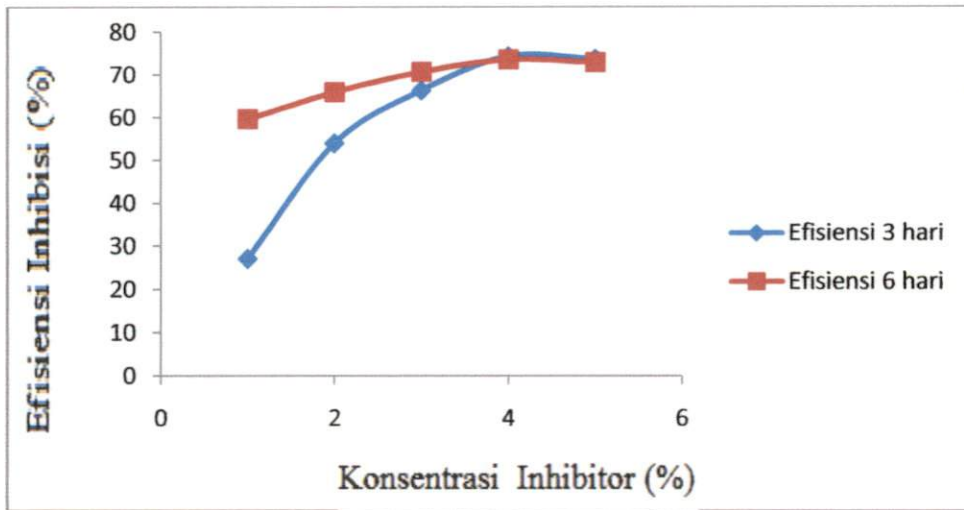
Gambar 4.1 Grafik pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* menggunakan inhibitor ekstrak daun teh dalam larutan NaCl 3% dengan waktu perendaman 3 dan 6 hari

Dari Gambar 4.1 pada perendaman 3 hari dapat dilihat bahwa pada konsentrasi 0 %, nilai laju korosinya besar, setelah pemberian inhibitor dengan berbagai konsentrasi, grafiknya semakin menurun sampai pada konsentrasi 4 %, ini karena lapisan yang terbentuk sudah sempurna yang ditandai dengan tertutupnya seluruh permukaan sampel baja, sedangkan pada konsentrasi larutan inhibitor 5 % laju korosinya sudah mulai naik lagi, ini disebabkan karena garam (NaCl) merupakan zat yang membentuk ikatan logam dengan ion sehingga dapat mengurangi kekuatan ikatan antara atom-atom logam. Melemahnya ikatan-ikatan logam disebabkan oleh tereduksinya ion hidrogen dalam larutan, sehingga molekul hidrogen yang terbentuk diabsorpsi oleh logam, sehingga mengakibatkan laju korosi naik. Begitu juga pada perendaman selama 6 hari, pada berbagai variasi konsentrasi larutan inhibitor yang diberikan terlihat adanya indikasi pengurangan laju korosi sebelum dan setelah dilapisi larutan inhibitor. Laju korosi pada perendaman 6 hari lebih besar dari pada perendaman 3 hari, ini karena semakin lama perendaman, semakin besar juga ion yang teroksidasi, sehingga mengakibatkan laju korosinya besar.

## **4.2 Efisiensi Inhibisi Korosi**

### **4.2.1 Efisiensi Inhibisi Korosi Pada Perendaman 3 dan 6 Hari**

Pada perendaman selama 3 dan 6 hari dalam medium korosif (NaCl), pemberian inhibitor berpengaruh untuk mengurangi laju korosi dan kemampuan menghambatnya diukur dari nilai efisiensinya. Hasil percobaan dengan menggunakan metode pengurangan massa dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik konsentrasi inhibitor terhadap efisiensi inhibisi pada medium korosif larutan NaCl 3 % untuk lama perendaman 3 dan 6 hari

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat pada perendaman 3 hari bahwa nilai efisiensi inhibisi semakin besar dengan bertambahnya konsentrasi yang diberikan, ini disebabkan karena pengaruh dari konsentrasi larutan inhibitor yang diberikan, semakin besar konsentrasi yang diberikan, maka akan semakin besar juga nilai efisiensi inhibisinya. Nilai efisiensi inhibisi yang paling besar terdapat pada konsentrasi inhibitor 4 % dengan nilai 74,32 % karena pada konsentrasi ini lapisan yang terbentuk sudah sempurna yang ditandai dengan tertutupnya seluruh permukaan sampel baja. Pada konsentrasi 5 % nilai efisiensi inhibisi mulai turun, pada konsentrasi ini, inhibitor sudah tidak dapat lagi berfungsi dengan baik untuk melapisi permukaan baja dengan sempurna, sehingga laju korosinya tidak semakin kecil. Pada perendaman selama 6 hari dengan medium korosif (NaCl), didapatkan bahwa nilai efisiensi inhibisi yang paling besar juga terdapat pada konsentrasi inhibitor 4 % dengan nilai 73,58 % karena pada konsentrasi ini lapisan yang terbentuk sudah sempurna yang ditandai dengan tertutupnya seluruh

permukaan sampel baja. Pada konsentrasi 5 % nilai efisiensi inhibisi sudah mulai turun, pada konsentrasi ini, Inhibitor sudah tidak dapat lagi berfungsi dengan baik untuk melapisi permukaan baja dengan sempurna, sehingga laju korosinya tidak semakin kecil.

### **4.3 Foto Morfologi Permukaan**

Foto struktur permukaan sampel diperoleh dengan menggunakan foto optik *Triinokuler* dengan perbesaran 100 kali.

#### **4.3.1 Foto Morfologi Permukaan Dari Spesimen Awal**

Foto morfologi permukaan dari spesimen awal dapat dilihat pada lampiran 3, pada gambar menunjukkan bahwa terlihat adanya garis-garis halus berwarna putih yang merupakan pengaruh penggerindaan dan pengamplasan pada permukaan baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW*. Terlihat juga bahwa permukaannya masih rata dan belum ada lubang-lubang atau gangguan pada permukaan.

#### **4.3.2 Foto Morfologi Permukaan Dari Spesimen Baja Setelah Dilapisi Ekstrak Daun Teh**

Foto morfologi permukaan dari spesimen yang telah dilapisi oleh ekstrak daun teh selama 1 hari, terlihat pada lampiran 4, bahwa pada gambar terdapat lapisan yang berwarna hitam, lapisan ekstrak daun teh ini sudah melapisi permukaan baja sehingga massa baja bertambah.

#### **4.3.3 Foto Morfologi Permukaan Dari Spesimen Baja Pada Medium Korosif NaCl**

Foto morfologi permukaan dari spesimen baja pada medium korosif NaCl tanpa dilapisi ekstrak daun teh pada perendaman selama 6 hari seperti pada lampiran 5, menunjukkan bahwa pada gambar sudah terjadi proses korosi yang ditandai dengan terbentuknya karat yang berwarna kekuning-kuningan pada seluruh permukaan baja dan adanya lubang-lubang pada permukaan, ini disebabkan karena pengaruh dari NaCl (garam), dimana elektron teroksidasi, sehingga dalam medium korosif NaCl ini, baja lebih cepat berkarat.

#### **4.3.4 Foto Morfologi Permukaan Dari Spesimen Baja Dalam Larutan NaCl Setelah Dilapisi Ekstrak Daun Teh Pada Perendaman 3 Hari**

Foto morfologi permukaan dari spesimen baja dalam larutan NaCl yang telah dilapisi ekstrak daun teh selama 1 hari, setelah itu direndam pada medium korosif pada perendaman 3 hari pada gambar lampiran 6, pada konsentrasi inhibitor 4 %, menunjukkan lubang-lubang atau karat yang berwarna kekuning-kuningan yang terbentuk agak berkurang dari pada baja yang tanpa dilapisi inhibitor, ini karena adanya suatu lapisan yang sudah terbentuk oleh inhibitor (Surya, 2004) dan mampu menghalangi serangan ion-ion agresif NaCl, sehingga permukaan baja menjadi terlindung dan proses korosi berlangsung lebih lambat.

#### **4.3.5 Foto Morfologi Permukaan Dari Spesimen Baja Dalam Larutan NaCl Yang Telah Dilapisi Ekstrak Daun Teh Pada Perendaman 6 Hari**

Foto morfologi permukaan dari spesimen baja dalam larutan NaCl yang telah dilapisi ekstrak daun teh selama 1 hari, setelah itu direndam pada medium

korosif pada perendaman 6 hari lagi, pada konsentrasi inhibitor 4 %, pada gambar lampiran 7, menunjukkan bahwa lubang-lubang yang ada atau karat yang berwarna kekuning-kuningan yang terbentuk lebih banyak daripada yang direndam selama 3 hari, karena semakin lama perendaman dalam medium korosif, maka akan semakin banyak pula karat yang terbentuk, tapi karat yang dibentuk tidak sebanyak baja yang tanpa dilapisi oleh ekstrak daun teh, karena baja yang telah dilapisi oleh inhibitor, masih berfungsi untuk menghambat serangan ion-ion dari NaCl.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengujian korosi pada baja yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak daun teh dapat digunakan sebagai inhibitor korosi baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW*. Pada perendaman selama 3 hari dalam medium NaCl, laju korosi baja tertinggi tanpa dilapisi inhibitor adalah 0,112 g/cm<sup>2</sup>hari. Laju korosi baja tertinggi yang dilapisi oleh ekstrak inhibitor 4 % adalah 0,003 g/cm<sup>2</sup>hari, sedangkan pada perendaman 6 hari dalam medium NaCl. Laju korosi baja tertinggi tanpa dilapisi inhibitor adalah 0,016 g/cm<sup>2</sup>hari dan laju korosi baja tertinggi yang telah dilapisi ekstrak inhibitor 4 % adalah 0,00772 g/cm<sup>2</sup>hari.
2. Untuk lama perendaman dalam inhibitor 1 hari, maka konsentrasi optimum ekstrak daun teh untuk melapisi permukaan baja *Karbon Schedule 40 Grade B ERW* adalah konsentrasi 4 %.
3. Nilai efisiensi inhibisi korosi yang paling besar terjadi pada konsentrasi inhibitor 4 % baik untuk perendaman 3 hari maupun 6 hari masing-masing adalah 74,32 % dan 73,41 %.
4. Foto morfologi permukaan dengan Foto Optik *Trinokuler* memperlihatkan terjadinya perubahan morfologi permukaan baja karbon *Schedule 40 Grade B ERW* setelah dilapisi dengan ekstrak daun teh mengalami korosi lebih sedikit.

## 5.2 Saran

Sesuai dengan apa yang telah dilakukan selama penelitian, maka untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Menggunakan medium korosif yang lain agar dapat mengetahui seberapa besar konsentrasi inhibitor yang digunakan untuk masing-masing medium korosif.
2. Menggunakan variasi hari yang lebih banyak lagi agar dapat mengetahui pada hari keberapa inhibitor sudah tidak berfungsi lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Billmeyer, J.R., FREDW, 1989, *Sains Polimer*, Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka lot 1037, mukim perindustrian PKNS : Ampang/Hulu Kelang.
- Djaprie, 1995, *Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi*, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl SWK 104 Condongcatur Yogyakarta.
- Emriadi, 2004, *Material Polimer*, Andalas University Press: Padang.
- Haryono, G., Sugiarto, B., dkk, 2010, *Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi*, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN Veteran : Yogyakarta.
- Haslegrave, Paul, J., Clewlow, Anthony, J., *Amine Adducts as Corrosion Inhibitors for Steel in Water or Brine*, 1992, Eur. Patents : USA. di akses tanggal 17 Mei 2011 jam 14.00 WIB.
- Ilim dan Hermawan, B., 2008, *Studi penggunaan ekstrak buah lada (piper nigrum linn, buah pinang (areca cathecu linn) dan daun teh (cammellia sinensis l. Kuntze) sebagai inhibitor korosi baja lunak dalam medium air laut buatan yang jenuh gas CO<sub>2</sub>*, Universitas Lampung: Jakarta.
- Komarudin, 2004, *Analisis Korosi Pada Baja SS 440 C dengan Fasa Martensit Serta Fasa Campuran Martensit dan Austenit*, Unand : Padang.
- Mubarak, F., 2008, *Metallurgy Laboratory Mechanical Engineering*, Dept. ITS: Surabaya.
- Mulyatno, Juwono, J., Suprptomo, S., Siswanto, M., Purwanto, S., 1992, *Panas dan termodinamika*, PT Masanan Jaya Cemerlang : Jakarta.
- Samosis, D., 2012, *Pengaruh Inhibitor Blending Terhadap Laju Korosi Dengan Metode Weight Loss*, Gunung Lipa: Samarinda
- Steven, M.P., 2001, *Kimia Polimer*, Jakarta : PT Pertja.
- Smallman, R.E., dan Bishop, R. J., 2000, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*, Erlangga : Jakarta.
- Sumaraw, E. A., 2001, *Pengaruh Kecepatan Agitasi Media Pendingin Air dan Oli SAE 40 Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Baja ASSAB STAVAX ESR*, Jurnal Ilmu dan Rekayasa Teknologi Industri (JITRI), Vol. 1. No. 4.
- Trethewey, K.R., and Chamberlein, J., 1991, *Korosi, untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasawa*, PT Gramedia Pustaka Utama. : Jakarta.

Van Vlack, L.,1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga : Jakarta.

Wildani,S., 2009, *Pengaruh Inhibitor ekstrak daun inai (Lawsonia Inermis) terhadap laju korosi baja ST.37 dengan metoda pengurangan massa*, Unand : Padang.

Zamara, R., 2007, *Perlindungan Korosi Baja ST.37 Dalam Medium Air Laut Dengan menggunakan Metode Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)*, Unand : Padang.

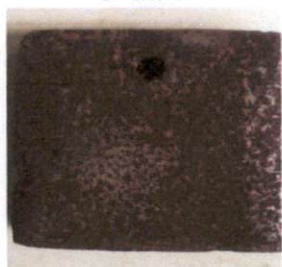
Ferdany, A., 2010, tanin. [Http :// en. Wikipedia. Org/wiki/tannin](http://en.wikipedia.org/wiki/tannin). [diakses tanggal 20 Januari 2012 jam 14.00 WIB].

Hermawan, B., 2007, *Ekstrak Bahan Alami sebagai Inhibitor korosi*. [http://www.chem-is-try.org/author/Beni Hermawan.com](http://www.chem-is-try.org/author/Beni_Hermawan.com). [diakses tanggal 11 November 2011, jam 14.00 WIB].

Priandani, M., 2011, *Filosofi Korosi dan Hukum termodinamika*. [http://kampoengmanik.multiply.com/journal/item/20/Filosofi\\_Korosi\\_Hukum\\_Thermodinamika\\_Dan\\_Sunatullah\\_Fenomena\\_Alam](http://kampoengmanik.multiply.com/journal/item/20/Filosofi_Korosi_Hukum_Thermodinamika_Dan_Sunatullah_Fenomena_Alam) [diakses tanggal 5 januari 2012 jam 20.00 WIB]

**Lampiran 1.** Baja dalam medium korosif NaCl 3%

3 hari



6 hari



**Lampiran 2.** Baja dengan penambahan Inhibitor

a. Spesimen awal (tanpa dilapisi)



b. Setelah perendaman dengan Inhibitor



1. Konsentrasi 1 %

3 hari



6 hari



2. Konsentrasi 2 %

3 Hari



6 hari



3. Konsentrasi 3 %

3 Hari



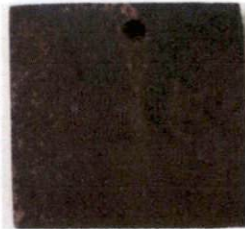
4

6 hari



4. Konsentrasi 4 %

3 Hari

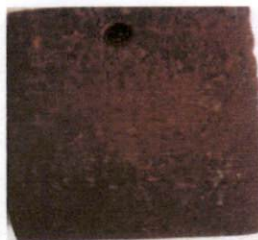


6 hari



5. Konsentrasi 5 %

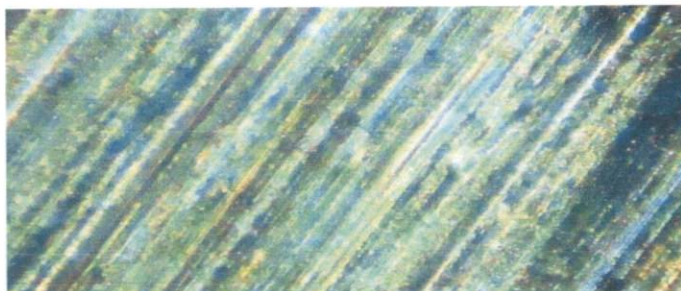
3 hari



6 hari

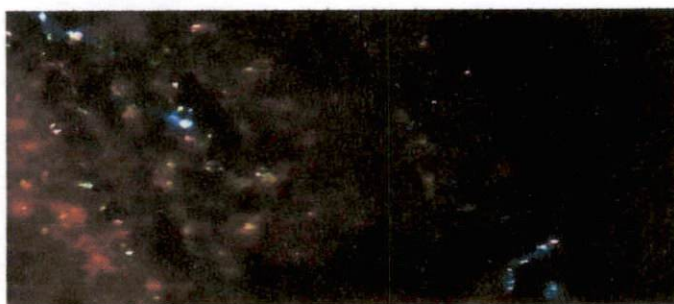


**Lampiran 3.** Foto morfologi permukaan dari spesimen baja awal yang sudah dihaluskan dengan grinda dan amplas.



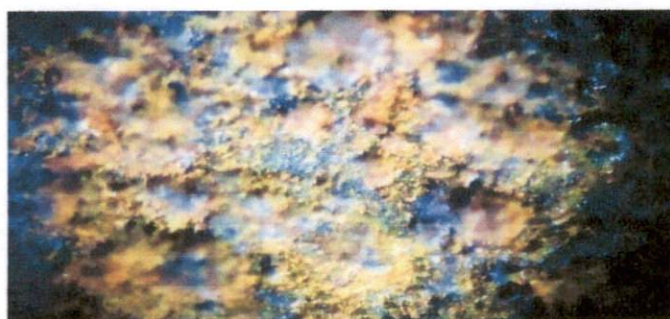
**Gambar 4.3** Spesimen baja awal yang sudah dihaluskan dengan grinda dan amplas.

**Lampiran 4.** Foto morfologi permukaan dari spesimen baja setelah dilapisi ekstrak daun teh



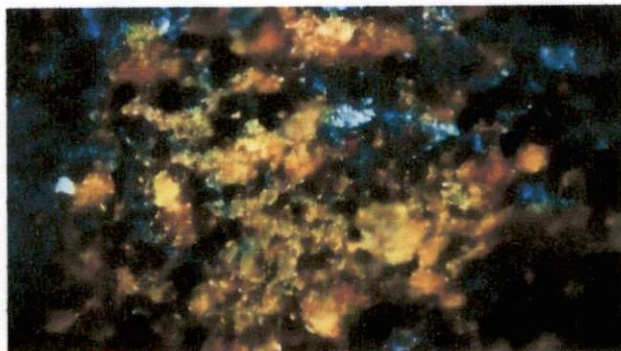
**Gambar 4.4** Spesimen baja setelah dilapisi ekstrak daun teh selama 1 hari (24 jam)

**Lampiran 5.** Foto morfologi permukaan dari spesimen baja pada medium korosif NaCl



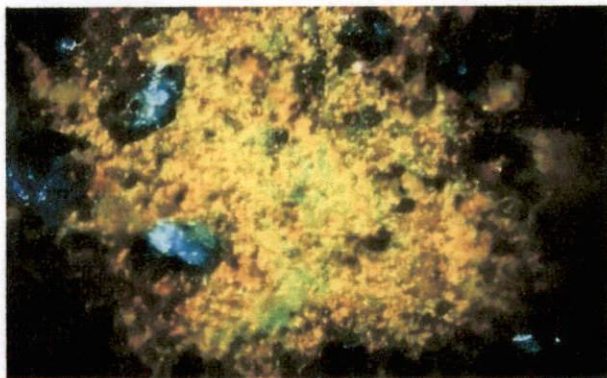
**Gambar 4.5** Spesimen baja pada medium korosif NaCl tanpa dilapisi inhibitor

**Lampiran 6.** Foto morfologi permukaan dari spesimen baja dalam larutan NaCl setelah dilapisi ekstrak daun teh pada perendaman 3 hari



**Gambar 4.6** Spesimen baja pada medium korosif NaCl setelah dilapisi ekstrak daun teh pada perendaman 3 hari

**Lampiran 7.** Foto morfologi permukaan dari spesimen baja dalam larutan NaCl yang telah dilapisi ekstrak daun teh pada perendaman 6 hari



**Gambar 4.7** Spesimen baja pada medium korosif NaCl setelah dilapisi ekstrak daun teh pada perendaman 6 hari

**Lampiran 8.** Tabel Baja pada medium korosif larutan NaCL 3 % dengan perendaman selama 3 hari

No Sampel	Waktu Korosi, t (hari)	Luas Sampel (cm <sup>2</sup> )	Massa Baja (g) / Pengukuran ke-				Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)	Rata-rata Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)
			Awal	Akhir	Perubahan Massa	% Perubahan Massa		
T3A	3	23.306	44.54	44.6	0.06	0.1347	0.0077	0.0120
			44.55	44.65	0.1	0.2245	0.0128	
			44.55	44.67	0.12	0.2694	0.0154	
T3B	3	23.306	42.23	42.41	0.18	0.4262	0.0232	0.0236
			42.22	42.41	0.19	0.4500	0.0245	
			42.22	42.4	0.18	0.4263	0.0231	
T3C	3	23.306	42.22	42.35	0.13	0.3079	0.0167	0.0180
			42.21	42.35	0.14	0.3317	0.0180	
			42.21	42.36	0.15	0.3554	0.0193	

**Lampiran 9.** Tabel baja pada medium korosif larutan NaCL 3 % dengan perendaman selama 6 hari

No Sampel	Waktu Korosi, t (hari)	Luas Sampel (cm <sup>2</sup> )	Massa Baja (g) / Pengukuran ke-				Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)	Rata-rata Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)
			Awal	Akhir	Perubahan Massa	% Perubahan Massa		
T6A	6	23.306	43.2	43.36	0.16	0.3704	0.0412	0.0412
			43.21	43.37	0.16	0.3703	0.0412	
			43.2	43.36	0.16	0.3704	0.0412	
T6B	6	23.306	45.54	45.68	0.14	0.3074	0.0360	0.0360
			45.55	45.69	0.14	0.3074	0.0360	
			45.54	45.68	0.14	0.3074	0.0360	
T6C	6	23.306	47.77	47.85	0.08	0.1675	0.0206	0.0223
			47.76	47.86	0.1	0.2094	0.0257	
			47.76	47.84	0.08	0.1675	0.0206	

**Lampiran 10.** Tabel baja dengan penambahan konsentrasi ekstrak inhibitor pada medium korosif larutan NaCl dengan perendaman selama 3 hari

Konsentrasi Inhibitor (%)	No Sampel	Waktu Korosi, t (hari)	Luas Sampel (cm <sup>2</sup> )	Massa Baja (g) / Pengukuran ke-				% Perubahan Massa	Rata-rata Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)
				Awal	Setelah dilapisi	Akhir	Perubahan Massa		
1	I3A	3	23.306	47.77	47.79	47.75	0.04	0.0837	0.0064
				47.77	47.8	47.73	0.07	0.1464	
				47.76	47.79	47.75	0.04	0.0837	
	I3B			42.15	42.2	42.16	0.04	0.0948	0.0064
				42.16	42.2	42.15	0.05	0.1185	
				42.15	42.21	42.15	0.06	0.1421	
	I3C			42.99	43.05	43	0.05	0.1161	0.0071
				42.99	43.05	42.99	0.06	0.1394	
				42.98	43.05	42.99	0.06	0.1394	
2	I3D	3	23.306	47.68	47.72	47.69	0.03	0.0629	0.0043
				47.65	47.72	47.69	0.03	0.0629	
				47.65	47.73	47.69	0.04	0.0838	
	I3E			45.4	45.43	45.4	0.03	0.0660	0.0039
				45.4	45.44	45.4	0.04	0.0880	
				45.4	45.43	45.41	0.02	0.0440	
	I3F			41.99	42.01	41.99	0.02	0.0476	0.0026
				42	42.02	42	0.02	0.0475	
				41.99	42.01	41.99	0.02	0.0476	
3	I3G	3	23.306	47.08	47.14	47.12	0.02	0.0424	0.0026
				47.07	47.14	47.12	0.02	0.0424	

				47.08	47.14	47.12	0.02	0.0424			
	I3H			48.3	48.33	48.3	0.03	0.0621	0.0043		
				48.3	48.33	48.3	0.03	0.0621			
				48.28	48.34	48.3	0.04	0.0827			
	I3I			47.08	47.14	47.12	0.02	0.0424	0.0034		
				47.07	47.15	47.12	0.03	0.0636			
				47.08	47.14	47.11	0.03	0.0636			
4	I3J		23.306	53.13	53.4	53.38	0.02	0.0375	0.003		
					53.1	53.4	53.37	0.03		0.05618	
					53.12	53.4	53.38	0.02		0.0375	
	I3K				47.86	48.15	48.13	0.02	0.04154	0.0026	
						47.85	48.13	48.11	0.02		0.0415
						47.86	48.15	48.13	0.02		0.0415
	I3L				47.9	48.22	48.19	0.03	0.0622	0.0043	
						47.92	48.21	48.19	0.02		0.0415
					47.91	48.25	48.2	0.05	0.1036		
5	I3M		23.306	46.05	46.23	46.2	0.03	0.0649	0.003		
					46.05	46.27	46.25	0.02		0.0432	
					46.05	46.26	46.24	0.02		0.0432	
	I3N				42.16	42.37	42.35	0.02	0.0472	0.0022	
						42.16	42.4	42.38	0.02		0.0472
						42.15	42.4	42.39	0.01		0.0236
	I3O				49.23	49.58	49.55	0.03	0.0605	0.003	
						49.24	49.56	49.54	0.02		0.0404
					49.24	49.58	49.56	0.02	0.0403		

**Lampiran 11.** Tabel baja dengan penambahan konsentrasi ekstrak inhibitor pada medium korosif larutan NaCl dengan perendaman selama 6 hari

Konsentrasi Inhibitor (%)	No Sampel	Waktu Korosi, t (hari)	Luas Sampel (cm <sup>2</sup> )	Massa Baja (g) / Pengukuran ke-				% Perubahan Massa	Rata-rata Laju Korosi (g/cm <sup>2</sup> hari)
				Awal	Setelah Dilapisi	Akhir	Perubahan Massa		
1	16A	6	23.306	40.14	40.17	40.13	0.04	0.0996	0.0094
				40.15	40.17	40.12	0.05	0.1245	
				40.15	40.17	40.13	0.04	0.0996	
	I6B			45.53	45.56	45.53	0.03	0.0658	
				45.52	45.56	45.53	0.03	0.0658	
				45.53	45.57	45.52	0.05	0.1097	
	I6C			43.2	43.27	43.23	0.04	0.0924	
				43.22	43.27	43.25	0.02	0.0462	
				43.22	43.27	43.24	0.03	0.0693	
2	I6D	6	23.306	43.13	43.16	43.12	0.04	0.0927	0.0084
				43.11	43.16	43.12	0.04	0.0927	
				43.12	43.15	43.13	0.02	0.0463	
	I6E			42.63	42.68	42.66	0.02	0.0469	
				42.6	42.68	42.66	0.02	0.0469	
				42.62	42.69	42.65	0.04	0.0937	
	I6F			48.98	49.02	48.96	0.06	0.1223	
				48.97	49.02	48.97	0.05	0.1019	
				48.98	49.01	48.98	0.03	0.0612	
3	I6G	6		45.31	45.34	45.29	0.05	0.1103	0.008
				45.3	45.34	45.3	0.04	0.088	

				45.3	45.34	45.29	0.05	0.1103	
	I6H	23.306		42.45	42.53	42.51	0.02	0.0470	
				42.43	42.54	42.5	0.04	0.0940	
	42.44			42.54	42.51	0.03	0.0705		
	I6I			44.31	44.34	44.29	0.05	0.1128	
				44.3	44.34	44.31	0.03	0.0677	
				44.3	44.34	44.31	0.03	0.0676	
4	I6J	6	23.306	45.27	45.52	45.48	0.04	0.0879	0.0072
				45.26	45.52	45.48	0.04	0.0879	
				45.27	45.53	45.48	0.05	0.1098	
	I6K			42.45	42.7	42.68	0.02	0.0468	
				42.44	42.7	42.68	0.02	0.0468	
				42.44	42.69	42.68	0.01	0.0234	
	I6L			43.45	43.69	43.65	0.04	0.0915	
				43.44	43.69	43.65	0.04	0.0915	
43.44		43.69	43.61	0.08	0.1831				
5	I6M	6	23.306	49.32	49.63	49.59	0.04	0.0806	0.0039
				49.34	49.62	49.59	0.03	0.0605	
				49.33	49.63	49.6	0.03	0.0604	
	I6N			54.11	54.2	54.18	0.02	0.0369	
				54.1	54.2	54.17	0.03	0.0553	
				54.1	54.19	54.17	0.02	0.0369	
	I6O			49.59	49.81	49.8	0.01	0.0201	
				49.6	49.82	49.81	0.01	0.0201	
49.6		49.81	49.8	0.01	0.0201				

**Lampiran 12.** Tabel efisiensi Inhibisi Baja pada medium korosif larutan NaCL 3 % dengan perendaman selama 3 hari

Konsentrasi Inhibitor	No Sampel	% Perubahan Massa Baja Sebelum Dilapisi	No Sampel	% Perubahan Massa Baja Setelah Dilapisi	Efisiensi Korosi (%)
1 %	T6A	0.3251	I3A	0.118	63.63
	T6B		I3B		
	T6C		I3C		
2 %	T6A	0.3251	I3D	0.061	81.18
	T6B		I3E		
	T6C		I3F		
3 %	T6A	0.3251	I3G	0.056	82.77
	T6B		I3H		
	T6C		I3I		
4 %	T6A	0.3251	I3J	0.051	84.17
	T6B		I3K		
	T6C		I3L		
5 %	T6A	0.3251	I3M	0.046	85.97
	T6B		I3N		
	T6C		I3O		

**Lampiran 13.** Tabel efisiensi Inhibisi Baja pada medium korosif larutan NaCl 3 % dengan perendaman selama 6 hari

Konsentrasi Inhibitor	No Sampel	% Perubahan Massa Baja Sebelum Dilapisi	No Sampel	% Perubahan Massa Baja Setelah Dilapisi	Efisiensi Korosi (%)
1 %	T6A	0.286	I6A	0.0914	68.07
	T6B		I6B		
	T6C		I6C		
2 %	T6A	0.286	I6D	0.0887	69.02
	T6B		I6E		
	T6C		I6F		
3 %	T6A	0.286	I6G	0.0854	70.18
	T6B		I6H		
	T6C		I6I		
4 %	T6A	0.286	I6J	0.0806	71.87
	T6B		I6K		
	T6C		I6L		
5 %	T6A	0.286	I6M	0.0434	84.83
	T6B		I6N		
	T6C		I6O		

#### Lampiran 14

Perhitungan penentuan persentase pengurangan massa baja dalam medium korosif.

Contoh

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \text{Massa Awal} &= 44,54 \text{ g} \\ \text{Massa Akhir} &= 44,46 \text{ g} \\ \text{Selisih Massa } (\Delta m) &= \text{Massa akhir} - \text{massa awal} \\ &= 44,46 \text{ g} - 44,54 \text{ g} \\ &= 0,08 \text{ g} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \% \Delta m &= \frac{\Delta m}{\text{Massa awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,08 \text{ g}}{44,54 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 0,17961383 \% \\ &= 0,18 \% \end{aligned}$$

#### Lampiran 15

Perhitungan penentuan persentase kehilangan massa baja setelah dilapisi inhibitor

Contoh

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \text{Massa awal} &= 47,77 \text{ g} \\ \text{Massa setelah dilapisi} &= 47,79 \text{ g} \\ \text{Massa akhir} &= 47,72 \text{ g} \\ \text{Selisih Massa } (\Delta m) &= \text{Massa awal} - \text{massa akhir} \\ &= 47,77 \text{ g} - 47,72 \text{ g} \\ &= 0,05 \text{ g} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \% \Delta m &= \frac{\Delta m}{\text{Massa setelah dilapisi}} \times 100 \% \\ &= \frac{0,05 \text{ g}}{47,79 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 0,1046 \% \end{aligned}$$

## Lampiran 16

Perhitungan penentuan laju korosi

Contoh

Diketahui :

$$\text{Panjang baja} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar baja} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal baja} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter lingkaran lubang baja} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{Jari-jari lubang baja} = 0,15 \text{ cm}$$

$$\Delta m = 0,08 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Permukaan} &= ((2 \times PL) + (2 \times PT) + (2 \times LT)) - 2 \times (2\pi r^2) \\ &= ((2 \times 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}) + (2 \times 3 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm}) + (2 \times 3 \text{ cm} \times \\ &\quad 0,5 \text{ cm})) - 2 \times (2 \times 3,14 \times 0,15 \text{ cm}^2) \\ &= 23,3058 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{laju Korosi} &= \frac{\Delta m}{\text{Luas permukaan} \times \text{waktu korosi}} \\ &= \frac{0,08 \text{ g}}{23,3058 \text{ cm}^2} \\ &= 0,01029 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{hari} \end{aligned}$$

## Lampiran 17

Perhitungan penentuan efisiensi inhibisi korosi

Contoh

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata \% kehilangan massa baja tanpa dilapisi ekstrak teh (Xa)} \\ = 0,19397 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata \% kehilangan massa baja yang dilapisi ekstrak teh (Xb)} \\ = 0,14142 \% \end{aligned}$$

Maka :

$$\text{Efisiensi inhibisi korosi} = \frac{X_a - X_b}{X_a} \times 100 \%$$

$$= \frac{(0,19397 - 0,14142)\%}{0,19397\%} \times 100 \%$$

$$= 27,09 \%$$