

LAPORAN PENELITIAN

**EKSTRAK TANNIN DAUN LAMUN (*Cymodocea rotundata*)
DARI PERAIRAN BANTEN SEBAGAI INHIBITOR
KOROSI BAJA RINGAN (Canal C75) DENGAN
METODE PERENDAMAN**



Disusun oleh:

DINDA SAFITRI (3335200004)

MELA DINIYAH (3335200012)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON - BANTEN**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : DINDA SAFITRI

NIM : 3335200004

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

JUDUL : Ekstrak Tannin Daun Lamun (*Cymodocea rotundata*) dari
Perairan Banten sebagai Inhibitor Korosi Baja Ringan
(Canal C75) dengan Metode Perendaman

Bersedia,

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 19 Agustus 2024



Dinda Safitri

LAPORAN PENELITIAN

**EKSTRAK TANNIN DAUN LAMUN (*Cymodocea rotundata*)
DARI PERAIRAN BANTEN SEBAGAI INHIBITOR
KOROSI BAJA RINGAN (Canal C75) DENGAN
METODE PERENDAMAN**

disusun oleh:

DINDA SAFITRI 3335200004

MELA DINIYAH 3335200012

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan

Dewan Penguji.

Pada Tanggal 30 Mei 2024

Dosen Pembimbing

Meri Yulvianti, S.Pd., M.Si.

NIP: 197707032010122002

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Ir. Eka Sari, M.T IPM., Asean Eng

NIP: 197406072003122001

Dosen Penguji II

Dhen Ria Barleany S.T., M.Eng

NIP: 198203152005012002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Heri Heriyanto S.T., M. Eng

NIP. 197510222005011002

ABSTRAK

EKSTRAK TANNIN DAUN LAMUN (*Cymodocea rotundata*) DARI PERAIRAN BANTEN SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA RINGAN (Canal C75) DENGAN METODE PERENDAMAN

oleh:

Dinda Safitri 3335200004

Mela Diniyah 3335200012

Korosi merupakan proses degradasi sifat logam yang disebabkan oleh reaksi antara logam dengan lingkungan yang korosif. Salah satu metode yang cukup baik untuk menghambat korosi adalah dengan penambahan inhibitor. Lamun jenis *Cymodocea rotundata* merupakan salah satu inhibitor organik yang dapat menghambat laju korosi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi kandungan senyawa tanin dari lamun *Cymodocea rotundata* secara kualitatif, serta mengetahui pengaruh konsentrasi inhibitor dan pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi dan persen efisiensi inhibisi. Penelitian ini dilakukan dengan dua variasi yaitu variasi penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun, dan variasi lama waktu perendaman sampel baja. Prosedur dalam penelitian ini terdiri dari persiapan sampel baja, pembuatan ekstrak daun lamun, pembuatan larutan FeCl_3 , uji skrining fitokimia, pembuatan media korosif, Pembuatan larutan induk, pembuatan larutan uji, dan pengukuran laju korosi. Hasil dari penelitian ini yaitu nilai laju korosi tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 500 ppm dengan waktu perendaman 21 hari yaitu 0,6773 mmpy dengan efisiensi sebesar 11,36%, sedangkan nilai laju korosi terendah dihasilkan pada konsentrasi 1500 ppm dengan waktu perendaman 14 hari yaitu 0,0130 mmpy dengan efisiensi sebesar 97,67%.

Kata kunci: *baja, efisiensi, inhibitor, korosi, dan lamun.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang berjudul “Ekstrak Tannin Daun Lamun (*Cymodocea rotundata*) dari Perairan Banten sebagai Inhibitor Korosi Baja Ringan (Canal C75) dengan Metode Perendaman”. Penyusun juga mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan dukungan yang diberikan sampai laporan penelitian ini terselesaikan kepada:

1. Keluarga penyusun yang telah memberikan segala rasa cinta dan kasih sayang yang tidak pernah surut melalui doa serta dukungan baik secara moril maupun materil.
2. Meri Yulvianti, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penyusun dalam menyelesaikan laporan penelitian ini.
3. Dr. Marta Pramudita, S.T., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah Teknologi korosi yang telah memberikan arahan dan ilmunya kepada penyusun.
4. Wardalia, S.T., M.T. dan Dhena Ria Barleany, S.T., M.Eng. selaku dosen pengampu mata kuliah metode penelitian yang telah memberikan arahan dalam penyusunan laporan penelitian ini.
5. Ibu Dr. Rahmayetty, S.T., M.T. sebagai Koordinator Penelitian Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari kesalahan. Oleh karena itu, penyusun memohon maaf atas kesalahan yang pernah dilakukan baik disengaja ataupun tidak. Penyusun menerima kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dengan baik.

Cilegon, 30 April 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Korosi	5
2.2 Laju Korosi.....	7
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Korosi	7
2.4 Pencegahan Korosi.....	9
2.4.1 Pelapisan (<i>Coating</i>).....	9
2.4.2 Proteksi Katodik (<i>Cathodic Protection</i>).....	9
2.4.3 Proteksi Anodik (<i>Anodic Protection</i>).....	10
2.4.4 Pemilihan Material dan Desain (<i>Material Selection and Design</i>)	10
2.4.5 Penambahan Inhibitor	10
2.5 Baja Karbon.....	11
2.6 Inhibitor Korosi	12
2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inhibisi dari Inhibitor.....	14
2.8 Tanin.....	14
2.9 Lamun (<i>Cymodocea rotundata</i>)	17
2.10 Metode Kehilangan Berat (<i>weight loss</i>)	19

2.11 Metode Perhitungan Efisiensi Inhibisi	20
2.12 Metode Maserasi.....	20
2.13 Uji Skринing Fitokimia.....	21

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian	22
3.1.1 Persiapan Sampel Baja	22
3.1.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lamun	22
3.1.3 Pembuatan Larutan FeCl ₃ 5%	23
3.1.4 Uji Skринing Fitokimia Senyawa Tanin.....	23
3.1.5 Pembuatan Media Korosif NaCl 5%	24
3.1.6 Pembuatan Larutan Induk	24
3.1.7 Pembuatan Larutan Uji.....	24
3.1.8 Pengukuran Laju Korosi.....	24
3.2 Prosedur Penelitian.....	25
3.2.1 Persiapan Sampel Baja	25
3.2.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lamun	25
3.2.3 Pembuatan Larutan FeCl ₃ 5%	26
3.2.4 Uji Skринing Fitokimia Senyawa Tanin.....	26
3.2.5 Pembuatan Media Korosif NaCl 5%	26
3.2.6 Pembuatan Larutan Induk	26
3.2.7 Pembuatan Larutan Uji.....	26
3.2.8 Pengukuran Laju Korosi.....	27
3.2.9 Perhitungan Laju Korosi dengan Metode Kehilangan Berat	27
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Alat	27
3.3.2 Bahan.....	28
3.4 Variabel Penelitian	29
3.4.1 Variabel Tetap	29
3.4.2 Variabel Bebas	29
3.4.3 Variabel Terikat.....	29
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Skrining Fitokimia	31
4.2	Analisa pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi	32
4.3	Analisa pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi.....	33
4.4	Analisa pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi...	35
4.5	Analisa pengaruh waktu perendaman terhadap Efisiensi Inhibisi	36

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	38

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2. 1 Senyawa tanin (tannin acid).....	15
Gambar 2. 2 Struktur umum tanin.....	16
Gambar 2. 3 Struktur molekul Fe-Tannat.....	16
Gambar 2. 4 Lamun jenis <i>Cymodocea rotundata</i> (Sarfika, 2012).....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Persiapan Sampel Baja.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Daun Lamun.....	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Larutan FeCl_3 5%.....	23
Gambar 3. 4 Diagram Alir Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin.....	24
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Media Korosif.....	24
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Larutan Induk.....	24
Gambar 3. 7 Diagram Alir Pembuatan Larutan Uji.....	24
Gambar 3. 8 Diagram Alir Pengukuran Laju Korosi.....	25
Gambar 4. 1 Hasil Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin.....	31
Gambar 4. 2 Grafik hubungan konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun terhadap laju korosi.....	32
Gambar 4. 3 Grafik hubungan waktu perendaman dalam larutan uji terhadap laju korosi.....	33
Gambar 4. 4 Grafik hubungan konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun terhadap efisiensi inhibisi.....	35
Gambar 4. 5 Grafik hubungan waktu perendaman dalam larutan uji terhadap efisiensi inhibisi.....	36

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2. 1 Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam merupakan material penting pada industri, hampir seluruh komponen peralatan, mesin dan instrumen dari suatu industri memiliki bahan dasar atau terbuat dari material logam, terutama baja (Lubis dan Dahlan, 2020). Baja karbon merupakan salah satu material yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya pembuatan alat-alat industri, manufaktur, dan otomotif karena memiliki kekuatan dan ketahanan lebih baik serta produksi baja karbon yang tidak terlalu mahal. Namun baja karbon sangat mudah mengalami korosi oleh pengaruh lingkungannya (Hakimin dan Dahyunir, 2021).

Korosi merupakan proses kehancuran pada benda logam seperti baja, besi, nikel, dan seng yang disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan sehingga dapat membentuk senyawa baru (Mulyati, 2019). Korosi pada logam dapat menurunkan sifat logam yang diinginkan dan hal tersebut tidak dapat dihindari. Beberapa cara telah diterapkan untuk mencegah terjadinya korosi salah satunya yaitu penggunaan inhibitor. Pembuatan inhibitor alami dapat mencegah terjadinya korosi dan dianggap hemat biaya serta praktis (Umoren, et. al., 2019).

Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik. Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan (Haryono, 2010). Sedangkan inhibitor organik adalah inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas yang dapat

terikat pada atom pusat dari senyawa koordinasi atau bermanfaat membentuk senyawa kompleks dengan logam (Panjaitan, 2021).

Senyawa tanin dan flavonoid banyak terkandung dalam beberapa jenis tumbuhan hijau. Tanin dapat meningkatkan pembentukan film di atas permukaan logam sehingga dapat membantu dalam proses inhibisi korosi. Tanin adalah zat polifenol yang digunakan dalam mekanisme pertahanan tumbuhan (Zmozinski, et. al., 2018). Tanaman yang mengandung senyawa tanin dapat dijadikan sebagai alternatif inhibitor alami. Salah satu jenis tumbuhan yang mengandung tanin adalah lamun (*Cymodocea rotundata*). Senyawa tanin dapat ditemukan pada akar dan daun lamun (Gustavani, et. al., 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Edrah, et. al., (2016) menyatakan bahwa inhibitor alami dapat digunakan sebagai pengganti inhibitor korosi, salah satunya adalah jenis lamun *Posidonia oceanica* yang berada di Laut Mediterania pantai Kota Al khumus – Libya sebagai anti korosi pada baja ringan di air laut. Penelitian tersebut menggunakan metode ekstraksi dengan soxhlet, variasi suhu perendaman (40°C, 50°C dan 60°C), konsentrasi inhibitor (0%, 2%, 4%, 6% dan 8%), waktu perendaman (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, dan 6 hari), serta menggunakan media korosif berupa air laut. Hasil dari penelitian tersebut diperoleh nilai laju korosi terendah pada konsentrasi 8% dengan waktu perendaman 3 hari pada suhu 40°C yaitu sebesar 0,0003 mpy dengan efisiensi inhibisi 95%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak Lamun jenis *Posidonia oceanica* memiliki kegunaan sebagai inhibitor baja ringan di air laut dan ditemukan sebagai inhibitor ramah lingkungan yang baik sebagai pengendalian korosi.

Hermanta, et. al., (2021) melakukan penelitian tentang pemanfaatan tanin kulit kayu mahoni sebagai inhibitor korosi pada besi dalam larutan NaCl 3,5% yang diekstraksi menggunakan etanol 96%. Penelitian ini dilakukan untuk memaksimalkan potensi nilai guna dari mahoni tersebut. Dengan variabel peubahnya yaitu konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman. Hasil penelitian tersebut yaitu didapatkan nilai laju korosi

terendah pada kadar inhibitor 250 ppm dengan nilai 3.6838 mpy dan nilai efisiensi inhibisi sebesar 39,45%.

Banyak penelitian yang memanfaatkan inhibitor alami sebagai bahan anti korosi seperti penggunaan ekstrak daun ketapang (Hakimin dan Dahyunir, 2021), ekstrak daun sawo (Sari, et., al. 2022), ekstrak daun pagoda (Mulyani, et., al. 2022), ekstrak daun talas (Affifah, et., al. 2019), dan ekstrak daun buah hitam (Somar dan Rahman, 2020). Dalam penelitian ini, dilakukan pemanfaatan tanin dari lamun jenis *Cymodocea rotundata* yang di ekstraksi menggunakan etanol 96% dengan rasio bahan dan pelarut 1:4 (w/w) sebagai inhibitor korosi pada baja ringan canal c75 dengan media korosif berupa NaCl 5%. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti ingin mengembangkan penelitian tersebut dengan menggunakan salah satu jenis lamun yang berada di perairan Pandeglang Banten yaitu lamun jenis *Cymodocea rotundata*.

1.2 Rumusan Masalah

Sebelumnya sudah banyak penelitian yang membahas mengenai pemanfaatan kandungan tanin pada tumbuhan sebagai inhibitor penghambat laju korosi, namun dari berbagai penelitian yang ada pemanfaatan tumbuhan lamun belum pernah diteliti lebih jauh. Penelitian yang dilakukan oleh Edrah, et. al., pada tahun 2016 dengan memanfaatkan lamun jenis *Posidonia oceanica* yang berada di Laut Mediterania pantai Kota Al khumus – Libya merupakan satu-satunya penelitian yang menggunakan lamun sebagai inhibitor korosi alami. Banyak potensi lamun di Indonesia yang cukup melimpah salah satunya di daerah Pandeglang-Banten, tepatnya lamun jenis *Cymodocea rotundata*. Belum ada penelitian sebelumnya yang memanfaatkan lamun jeni *Cymodocea rotundata* sebagai aplikasi bahan anti korosi pada baja ringan, sehingga perlu diteliti lebih jauh. Dimana pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi belum diketahui dan perlu dicari kondisi optimumnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan konsentrasi optimal ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata* terhadap laju korosi dan persen efisiensi sebagai inhibitor korosi baja ringan canal C75.
2. Mendapatkan waktu perendaman optimal ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata* terhadap laju korosi dan persen efisiensi sebagai inhibitor korosi baja ringan canal C75.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata*.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi (maserasi), metode skrinning fitokimia, metode perendaman, metode perhitungan kehilangan berat (*weight loss*), dan metode perhitungan efisiensi inhibisi.
3. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

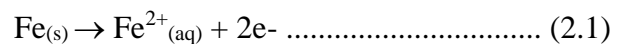
2.1 Korosi

Korosi adalah proses kimia atau elektrokimia yang terjadi pada suatu material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dan sekitarnya yang mengakibatkan degradasi/deteriorasi/perusakan material material tersebut. (Svehla, 1990; Utomo, 2009). Lingkungan atau medium yang dimaksud dapat berupa air, udara, larutan asam, dan lain-lain, yang berinteraksi dengan logam adalah faktor utama yang memicu terjadinya korosi (Utomo, 2015). Proses perusakan material yang terjadi menyebabkan turunnya kualitas material logam tersebut (Pattireuw, 2013). Proses ini akan merusak logam dengan cara mengikis logam, sehingga menurunkan sifat-sifat mekanis yang dimiliki oleh logam tersebut (Gumelar, 2011).

Korosi dapat terjadi apabila terdapat empat elemen korosi elektrokimia di bawah ini :

a) Anoda

Reaksi oksidasi disebut juga sebagai pengkaratan. Reaksi oksidasi merupakan peristiwa penggabungan suatu zat dengan oksigen. Reaksi ini terjadi pada anoda. Pada anoda, logam akan terlarut dalam larutan dan melepaskan elektron. Reaksi oksidasi suatu logam dinyatakan dalam persamaan berikut.



Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat, rumus kimia karat besi yaitu $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Karat terjadi pada besi ini berwujud zat yang berwarna coklat. Pada korosi bagian tertentu dari besi bertindak sebagai anode, dimana pada anode besi akan mengalami oksidasi.

Elektron yang dibebaskan pada anode akan mengalir ke bagian besi yaitu katode, oksigen akan mengalami reaksi reduksi. Ion besi (II) yang terjadi pada anode kemudian akan mengalami oksidasi menjadi ion besi (III) dan selanjutnya menjadi senyawa yang terhidrasi atau karat (Fontana, 1987).

b) Katoda

Reaksi reduksi adalah peristiwa terjadinya pengeluaran oksigen dari suatu zat. Reduksi ini terjadi pada katoda. Pada katoda terjadi peristiwa penangkapan elektron seperti yang akan dinyatakan dalam persamaan berikut.

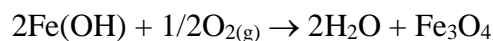
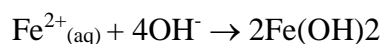
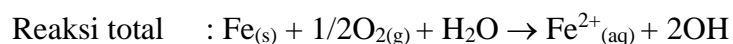
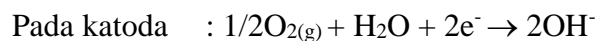
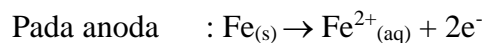


c) Adanya hubungan (Metallic Pathaway), antara anoda dan katoda sehingga elektron dapat mengalir dari anoda ke katode.

d) Larutan (electrolyte), larutan korosif yang dapat mengalirkan arus listrik. Elektrolit mampu menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan *elektroquivalen force* sehingga reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak kandungan ion-ion dalam elektrolit, maka semakin cepat juga elektrolit menghantarkan arus listrik.

Semua elemen ini bekerja untuk membentuk sebuah sel elektrokimia, yang terdiri dari elektroda dari logam yang sama, berada pada temperatur yang berbeda dan berada di larutan elektrolit pada komposisi awal yang sama.

Reaksi-reaksi elektrokimiawi terjadi dalam lingkungan netral.



Dimana senyawa Fe_3O_4 merupakan produk karat.

Korosi lebih sering terjadi pada logam seperti baja ataupun besi yang akan menyebabkan kerusakan pada permukaan logam, sehingga dapat

mengurangi umur pakai dari logam tersebut. Kerusakan yang timbul akibat korosi menyebabkan kerugian baik dari segi ekonomi maupun lingkungan (Svehla, 1990).

2.2 Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Pengukuran laju korosi merupakan upaya dalam memonitor korosi untuk mengetahui kecepatan material yang terkorosi, sehingga waktu ketika material mulai terkorosi dapat diprediksi. Laju korosi dapat diketahui dengan menghitung kadar korosi pada permukaan logam dalam satu unit waktu. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosi antara 1 – 200 mpy (Fontana, 1987).

Laju korosi dapat diukur dengan berbagai metode (Pattireuw, et. al., 2013), seperti:

1. Mengukur massa logam yang hilang pada permukaan logam.
2. Mengukur kadar korosi pada permukaan logam dengan metode gravimetri, titrasi, dan spektrofotometri.
3. Mengukur kadar korosi pada permukaan logam dengan metode elektroanalisis.

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Korosi

Menurut Aprilyanti (2020), hal-hal yang dapat mempengaruhi sehingga terjadinya korosi :

1. Temperatur, Semakin tinggi temperatur maka reaksi kimia akan semakin cepat maka korosi akan semakin cepat terjadi karena peningkatan suhu akan diikuti oleh peningkatan energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi sehingga memungkinkan terjadinya

peningkatan tumbukan efektif pada reaksi redoks dan mengakibatkan laju korosi semakin cepat.

2. Kecepatan aliran atau kecepatan pengadukan, semakin besar kecepatan aliran maka lapisan film pada logam akan rusak sehingga mempercepat proses korosi pada logam. Hal ini terjadi karena ion-ion logam akan semakin banyak yang lepas dan mengakibatkan kerapuhan pada logam.
3. pH, pada pH yang optimal maka korosi akan semakin cepat. Pada $pH < 7$ bersifat asam dan sangat korosif, serta untuk $pH > 7$ bersifat basa juga korosif. Logam yang berada dalam larutan asam akan lebih cepat korosi karena reaksi anoda, sedangkan logam pada larutan basa dapat menyebabkan korosi karena reaksi katoda.
4. Waktu kontak. Dengan penambahan inhibitor ke dalam larutan akan menyebabkan laju reaksi menjadi lebih rendah, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal ini dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan.
5. Gas Terlarut
 - a) Oksigen, adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada mild steel alloys akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen.
 - b) Karbondioksida, jika karbon dioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas.
6. Keberadaan Elektrolit, adanya garam NaCl pada medium korosi akan mempercepat terjadinya korosi, karena ion-ion elektrolit dapat membantu menghantarkan elektron bebas yang terlepas dari reaksi oksidasi pada anode kepada reaksi reduksi pada katode.
7. Mikroba, mikroba dapat meningkatkan korosi pada permukaan logam karena mampu mendegradasi logam melalui reaksi redoks. Hal tersebut dilakukan oleh mikroba untuk memperoleh energi bagi

keberlangsungan hidupnya.

2.4 Pencegahan Korosi

Banyak cara yang dapat menghambat terjadinya korosi, seperti di bawah ini.

2.4.1 Pelapisan (*Coating*)

Coating adalah proses pelapisan permukaan logam dengan cairan atau serbuk, yang akan melekat secara kontinu pada logam yang akan dilindungi, setelah melalui proses solidifikasi memberikan lapisan pelindung sehingga logam terisolasi dari lingkungannya yang korosif. Metode pelapisan bisa dilakukan dengan cat (*paint coating*), senyawa organik (*organic coating*), atau logam (*metallic coating*). *Coating* biasa diberikan pada seluruh permukaan logam sehingga reaksi antara permukaan logam dengan lingkungan mengalami penghambatan. Lapisan isolator ini akan menghambat aliran arus listrik diseluruh permukaan logam yang dilindungi. Untuk aplikasi misalnya baja, metode *coating* cukup efektif untuk dikombinasikan dengan metode proteksi katodik dalam peningkatan efektifitas (Gumelar, 2011).

2.4.2 Proteksi Katodik (*Cathodic Protection*)

Proteksi katodik adalah teknik yang digunakan untuk mengendalikan korosi pada permukaan logam dengan menjadikan permukaan logam tersebut sebagai katoda dari sel elektrokimia. Proteksi katodik meliputi aplikasi pemberian arus searah (DC) dari sumber eksternal untuk melindungi logam terhadap serangan korosi, dengan memberikan elektron untuk mencegah ionisasi logam menjadi elektron bebas yang menyebabkan logam tersebut mudah beraksi. Proteksi katodik sangat efektif untuk melindungi korosi

eksternal pada pipa saluran yang berada di bawah tanah atau di bawah air laut. (Gumelar, 2011).

2.4.3 Proteksi Anodik (*Anodic Protection*)

Proteksi anodik merupakan metode perlindungan logam terhadap korosi dengan cara merubah potensial logam menjadi lebih positif sehingga berada di daerah pasif. Metode ini 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 metode ini (Gumelar, 2011).

2.4.4 Pemilihan Material dan Desain (*Material Selection and Design*)

Prinsip dasar metode pemilihan material adalah memilih material sesuai dengan kondisi lingkungan dimana material tersebut akan diaplikasikan. Metode ini erat kaitannya dengan potensial galvanik dari logam yang digunakan (Gumelar, 2011). Dengan melakukan pemilihan material yang sesuai dengan keadaan lingkungan kerja sehingga proses korosi dapat meminimalisir. Selain itu pemilihan desain-desain yang sesuai dengan aplikasi dilapangan (Utomo, 2015).

2.4.5 Penambahan Inhibitor

Cara lain untuk lebih meminimalisir terjadinya korosi yaitu dengan penambahan inhibitor ke permukaan baja. Inhibitor merupakan pengendali proses laju korosi dengan melakukan penambahan suatu zat kimia dengan jumlah yang sedikit pada suatu lingkungan tertentu sehingga dapat menurunkan laju korosinya. Inhibitor bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja. Kelebihan penambahan inhibitor dalam

pengecahan korosi antara lain akan meningkatkan polarisasi anoda, katoda dan bahan tahanan listrik dari sirkuit oleh pembentukan lapisan tebal pada permukaan logam (Haryono, et. al., 2010).

2.5 Baja Karbon

Baja merupakan material yang terbentuk dari paduan dua atau unsur lebih, dimana unsur besi adalah unsur utama yang terbesar. Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai tingkatannya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), vanadium dan tungsten (Ishar, 2011). Komposisi baja karbon dapat dibedakan menjadi:

1. Baja Karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) memiliki kadar karbon 0,05-0,3%. Baja karbon rendah memiliki tingkat kekerasan relatif rendah, lunak, keuletan tinggi, dan mudah dibentuk. Jenis baja ini banyak digunakan sebagai konstruksi umum, baja tulangan beton, mur baut, dan rangka kendaraan, baja karbon rendah juga memiliki sifat mudah ditempa dan dibentuk dengan mesin

2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*)

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) memiliki kadar karbon 0,3-0,5%. Jenis baja karbon sedang lebih kuat dan dapat dikeraskan, penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah yaitu pada baja konstruksi mesin, roda gigi, dan rantai.

3. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) memiliki kadar karbon 0,5-1,5%. Jenis baja karbon tinggi memiliki keuletan rendah tetapi tingkat

kekuatan dan kekerasannya tinggi, baja ini banyak digunakan untuk perkakas yang memiliki sifat tahan aus, misalnya untuk mata bor (Amstead, et. al., 1997). Baja karbon menengah dan baja karbon tinggi memiliki kekuatan yang lebih tinggi sehingga memiliki sifat yang sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong.

Salah satu contoh baja karbon rendah ialah Baja Canal C75. Baja canal C75 merupakan jenis baja ringan atau baja karbon rendah yang biasanya digunakan sebagai penyusun rangka atap dan kanopi rumah, memiliki ukuran panjang 6 meter dan lebar 75 mm – 80 mm. Jenis baja ini memiliki ketebalan mulai dari 0,6 mm – 1 mm. Penggunaan baja saat tidak terlepas dari proses korosi yang timbul pada baja yang dapat merusak struktur baja (Nugroho, 2017).

2.6 Inhibitor Korosi

Salah satu metode untuk penghambat atau pengendalian korosi yang cukup baik dilakukan dan terus dikembangkan adalah dengan menggunakan inhibitor korosi. Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang jika ditambahkan ke dalam lingkungan korosif dapat menghambat laju korosi terhadap suatu logam melalui proses kimia (Yanuar, 2016). 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 metode 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.

Berdasarkan bahan dasarnya, inhibitor korosi dibagi menjadi dua yaitu inhibitor dari senyawa organik dan senyawa anorganik.

a) Inhibitor Organik

Inhibitor organik bekerja dengan membentuk senyawa kompleks yang mengendap akibat adsorpsi pada permukaan logam sebagai lapisan pelindung yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat reaksi logam tersebut dengan lingkungannya dan dapat menetralkan konstituen korosif dan mengadsorpsi konstituen korosif tersebut. Bila ditambahkan dengan konsentrasi yang tepat, inhibitor dapat melindungi seluruh permukaan logam (Utomo, 2015).

b) Inhibitor Anorganik

Inhibitor Anorganik Inhibitor anorganik merupakan inhibitor yang terbuat dari bahan kimia yang bersifat toksik. Inhibitor anorganik memiliki gugus aktif berupa anion negatif yang bersifat sebagai inhibitor anodik, sehingga mampu mengurangi korosi (Panjaitan, 2021).

Menurut Gumelar (2011) dan Hermanta, et. Al., (2021), secara umum mekanisme kerja inhibitor dapat dibedakan menjadi 4 yaitu sebagai berikut:

1. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam, dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Proses adsorpsinya dihasilkan dari gaya tarik menarik elektrostatis antara inhibitor dan permukaan logam. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya. Proses adsorpsinya sangat cepat akan tetapi inhibitor ini mudah untuk lepas dari permukaan.
2. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Proses adsorpsi yang terjadi melibatkan proses berbagi muatan atau serah terima muatan antara molekul inhibitor dan permukaan logam. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
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. Proses inhibisinya akan efektif jika film yang terbentuk tidak larut dan menempel di permukaan logam.

4. Inhibitor dapat menetralkan konstituen korosif dan mengabsorpsi konstituen korosif tersebut. Bila ditambahkan dengan konsentrasi yang tepat, inhibitor dapat melindungi seluruh permukaan logam.

2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Inhibisi dari Inhibitor

Menurut Utomo (2015), untuk mendapatkan hasil dari persentase inhibisi dengan menggunakan salah satu jenis inhibitor, dipengaruhi oleh waktu perendaman dan konsentrasi inhibitor.

1. Pengaruh Waktu Perendaman Logam

Waktu perendaman logam dalam inhibitor merupakan proses pembentukan lapisan inhibitor (inhibisi) pada permukaan besi (logam). Waktu perendaman yang lama akan memberikan persentase inhibisi yang lebih baik dibandingkan dengan waktu yang cepat. Persentase yang dimaksud adalah persentase permukaan dengan ketebalan lapisan tertentu.

2. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor

Persentase inhibisi akan meningkat sebanding dengan konsentrasi inhibitor, karena jika konsentrasi inhibitor tinggi maka kecepatan inhibisi meningkat dan menghasilkan persentase inhibisi semakin tinggi. Dengan demikian dapat diduga bahwa: “makin tinggi konsentrasi inhibitor maka makin besar persentase pelapisan permukaan logam sehingga logam makin tahan terhadap korosi”.

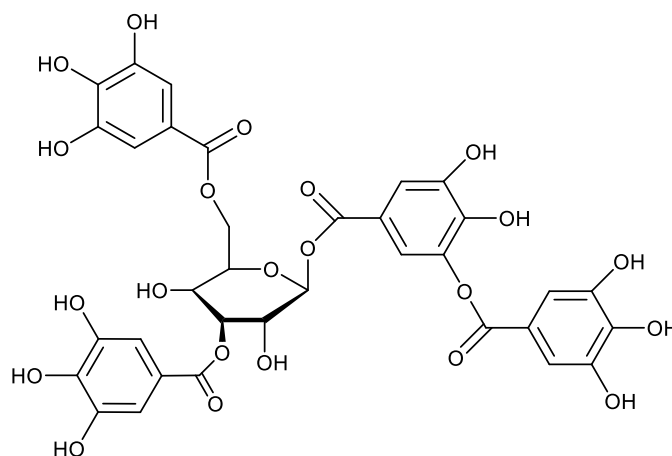
2.8 Tanin

Tanin merupakan senyawa organik yang kompleks dan terdapat di berbagai macam tumbuhan yang kaya akan polifenol untuk menghambat

proses oksidasi. Tanin merupakan zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik dan termasuk kelompok polifenol yang memiliki berat molekul antara 500-3000 g/mol. Tanin mempunyai sifat asam karena mempunyai gugus fenol di dalamnya dan mempunyai rasa yang kalat, selain itu tanin berfungsi sebagai zat yang digunakan untuk menghambat laju korosi (Sari et al., 2018). Tanin dapat digunakan sebagai inhibitor yang aman, ramah, dan berpotensi menghasilkan inhibitor korosi yang baik. Tanin kaya akan senyawa polifenol yang mampu menghambat proses oksidasi sehingga laju korosi dapat menurun (Yanuar, 2016).

Tanin atau juga dinamakan asam tanat dimana tidak memiliki warna namun ada juga yang berwarna kuning atau kecoklatan. Berikut ini adalah beberapa sifat dari tanin (Hermanta, et. al., 2021):

Rumus molekul	: $C_{76}H_{52}O_{46}$
Berat molekul	: 1701 gr/mol
Titik leleh	: $200^{\circ}C$ ($392^{\circ}F$)
Titik nyala	: $198,89^{\circ}C$ ($390^{\circ}F$)

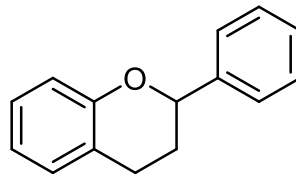


Gambar 2. 1 Senyawa tanin (*tannin acid*)

Favre dan Landolt (1993) menyatakan bahwa senyawa tanin dapat digunakan untuk menghambat laju korosi baja dalam larutan garam. Tanin mampu meningkatkan pembentukan film di atas permukaan logam sehingga dapat membantu dalam proses inhibisi korosi. Proses inhibisi dari tanin

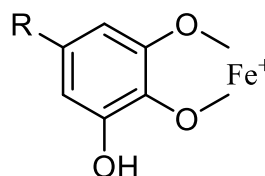
dikaitkan dengan pembentukan lapisan pasif pada permukaan logam. Tanin mempunyai gugus fenolik yang berfungsi untuk membentuk garam *tanninate* dengan ion *ferric*, proses inhibisi korosi dari tanin dapat disebabkan oleh pembentukan jaringan dari garam *ferric tanninate* yang melindungi permukaan logam.

Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas yaitu tanin terkondensasi (*condensed tannin*) dan tanin terhidrolisis (*hydrolysable tannins*). Tanin yang terkondensasi merupakan polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon-karbon, sedangkan tanin yang mudah terhidrolisis merupakan *polimer gallic* atau *ellagic acid* yang berikatan dengan sebuah molekul gula (Manitto, 1992). Struktur umum tanin ditunjukkan pada Gambar 2.2



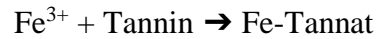
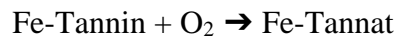
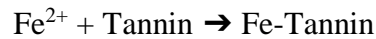
Gambar 2. 2 Struktur umum tanin

Tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan besi(II) dan besi(III). Senyawa kompleks besi(II)-tanin tidak berwarna dan sangat mudah larut dan teroksidasi. Dengan adanya oksigen, senyawa kompleks ini berubah menjadi senyawa kompleks besi(III)-tanin yang disebut tannat. Senyawa kompleks inilah yang akan melekat pada permukaan besi yang akan menghalangi terjadinya proses korosi lebih lanjut karena kompleks tersebut akan terserap pada permukaan besi dan melindungi permukaan besi tersebut.



Gambar 2. 3 Struktur molekul Fe-Tannat

Reaksi Tanin terhadap Besi:



Menurut Hermanta, et. al., (2021) Senyawa tanin dapat membentuk kompleks dengan besi (II) dan besi (III). Kompleks besi (II)-tanin tidak berwarna dan sangat mudah larut dan teroksidasi. Dengan adanya oksigen, kompleks ini berubah menjadi kompleks besi(III)-tanin yang disebut tannat. Kompleks inilah yang akan melekat pada permukaan besi yang akan menghalangi terjadinya proses korosi lebih lanjut karena kompleks tersebut akan terserap pada permukaan besi dan melindungi permukaan besi.

2.9 Lamun (*Cymodocea rotundata*)

Salah satu jenis tumbuhan yang mengandung tanin adalah lamun. Ekosistem lamun merupakan salah satu sumber daya alam yang terdapat di daerah pesisir pantai. Lamun dapat ditemukan hampir diseluruh wilayah pesisir Indonesia. Lamun adalah kelompok tumbuhan berbiji tertutup (*angiospermae*) dan berkeping tunggal (*monokotil*) yang mampu hidup secara permanen di bawah permukaan air laut. Hampir semua jenis lamun mengandung tanin, salah satunya yaitu lamun jenis *Cymodocea rotundata*. Tanin tersebut paling banyak berada di daun, akar, batang maupun buah yang belum matang. Dengan adanya kandungan tanin pada lamun, dapat digunakan sebagai penghambat laju korosi (Nugroho, 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Satrya, et. Al., 2012) di tiga lokasi Teluk Banten, yaitu Pulau Panjang, Pulau Tunda dan Pulau Kalih. Terdapat 5 dari 12 jenis lamun yang dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik di perairan Teluk Banten, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, dan *Thalassia hemprichii*. Kerapatan jenis lamun tertinggi selama penelitian ditemukan di

Pulau Tunda (193 individu/m²), dimana terdapat lima jenis lamun yang hidup bersama membentuk padang lamun. Padang lamun yang ditemukan di Pulau Kalih (166 individu/m²) terdiri dari dua jenis lamun, yaitu *Enhalus acoroides* dan *Halophila ovalis*, sedangkan penyusun padang lamun di Pulau Panjang (44 individu/m²) adalah jenis *Cymodocea serrulata* dan *Enhalus accoroides*. *Enhalus acoroides* merupakan jenis lamun yang ditemukan meluas di semua lokasi pengambilan data lamun di Teluk Banten.



Gambar 2. 4 Lamun jenis *Cymodocea rotundata* (Sarfika, 2012)

Morfologi *Cymodocea rotundata* mirip dengan *Cymodocea serrulata*. Bentuk daunnya seperti garis lurus dengan panjang sekitar 6-15 cm dan lebar 2-4 mm, tidak menyempit sampai ujung daun dengan ujung daun membulat dan halus. *Cymodocea rotundata* memiliki *rhizome* yang halus dengan diameter sekitar 1-2 mm dan panjang antar ruas 1-4 cm. Tunasnya muncul pada setiap node *rhizome*, terdapat 2-5 daun pada setiap tunas. Muncul bekas luka (*scars*) yang merupakan perkembangan dari pelepah daun membentuk cincin sepanjang batang (*stem*) (Sarfika, 2012).

Buahnya berbulu tanpa tangkai, berada dalam seludang daun, berbentuk setengah lingkaran dan agak keras, bagian bawah berlekuk dengan ukuran 3-4 geligi runcing. Tumbuh pada substrat pasir berlumpur atau pasir dengan pecahan karang pada daerah pasang surut dan terkadang bercampur dengan jenis lamun yang lain. Klasifikasi *Cymodocea rotundata* menurut Sarfika (2012) adalah:

Divisi : *Anthophyta*

Kelas : *Angiospermae*

Ordo : *Potamogetonales*

Famili : *Cymodoceaceae*

Genus : *Cymodocea*

Spesies : *Cymodocea rotundata*

2.10 Metode Kehilangan Berat (*weight loss*)

Metode kehilangan berat (*weight loss*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan laju korosi (Chan and Beck, 1993). Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G31-72 (1999). Pengukuran laju korosi dapat dilakukan dengan rumus berikut (ASTM G31-72, 1999) :

$$\text{Laju Korosi, } CR = \frac{K.W}{A.t.\rho} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan, CR = Corrossion Rate (mm/year)

K = Konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$ mm/y)

W = Selisih massa (mg)

A = Luas permukaan baja (mm^2)

t = Waktu perendaman (jam)

ρ = Massa jenis baja ($7,85 \text{ mg/mm}^3$)

Tabel 2. 1 Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya
(ASTM G31-72, 1999)

Corrosion Rate Units Desired	Constant (K) in Corrosion
	Rate Equation
mils per year (mpy)	3.45×10^6
inches per year (ipy)	3.45×10^3
inches per month (ipm)	2.87×10^2
millimetres per year (mm/y)	8.76×10^4
micrometres per year ($\mu\text{m}/\text{y}$)	8.76×10^7
picometres per second (pm/s)	2.78×10^6
grams per square meter per hour ($\text{g}/\text{m}^2.\text{h}$)	$1.00 \times 10^4 \times D$
milligrams per square meter per hour (mdd)	$2.40 \times 10^6 \times D$
micrograms per square meter per second ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$)	$2.78 \times 10^6 \times D$

Persamaan 2.3 diaplikasikan dalam menghitung banyaknya selisih massa logam. Massa logam yang telah dibersihkan dari oksida dinyatakan sebagai massa awal, lalu direndam dalam larutan inhibitor yang diberi perlakuan pada lingkungan yang korosif seperti di lingkungan asam selama waktu tertentu. Setelah itu dilakukan perhitungan massa kembali dari suatu logam dari hasil korosi yang terbentuk dan massa tersebut yang dinyatakan sebagai massa akhir. Kehilangan berat yang terjadi, kemudian dikonversikan menjadi data dengan memperhitungkan luas permukaan yang terendam, waktu perendaman, dan massa jenis logam yang di uji maka dihasilkan suatu laju korosi. Semakin besar laju korosi suatu logam maka semakin cepat material tersebut untuk terkorosi.

2.11 Metode Perhitungan Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi adalah persentase dari korosi yang dihindari oleh inhibitor. Persamaan perhitungan efisiensi inhibisi (%IE) menurut Hermanta, et. Al., 2021 adalah:

$$\%IE = \left| \frac{CR_0 - CR_i}{CR_0} \right| \times 100\%$$

Dimana : CR_0 = Laju korosi baja tanpa inhibitor (mmpy)

CR_i = Laju korosi baja dengan inhibitor (mmpy)

2.12 Metode Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam simplisia nabati menggunakan pelarut tertentu dengan waktu tertentu dan sesekali dilakukan pengadukan (Marjoni, 2016). Metode maserasi ini digunakan untuk mengekstrak lamun karena metode maserasi dapat menarik metabolit sekunder yang tidak tahan pemanasan dan tidak akan merusak kandungan pada lamun.

2.13 Uji Skrinning Fitokimia

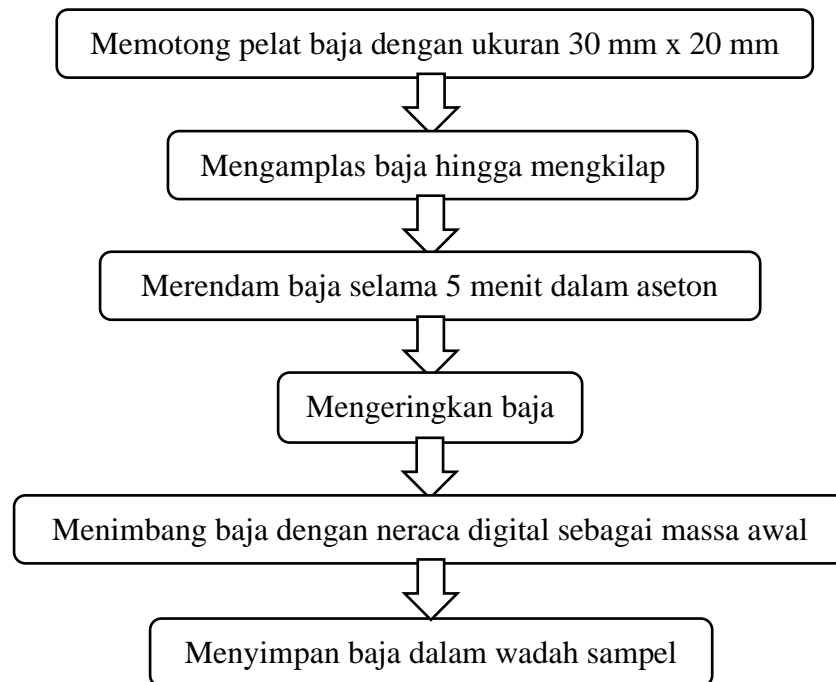
Uji senyawa fitokimia untuk mengetahui jenis senyawa yang terdapat pada lamun, dilakukan menggunakan metode skrining (Dewi et al., 2012). Identifikasi senyawa tanin dilakukan dengan penambahan FeCl_3 . Senyawa tanin adalah senyawa yang bersifat polar karena adanya gugus OH, ketika ditambahkan FeCl_3 5% akan terjadi perubahan warna seperti biru tua atau hijau kehitaman yang menandakan adanya senyawa tanin (Jones et al, 2006).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

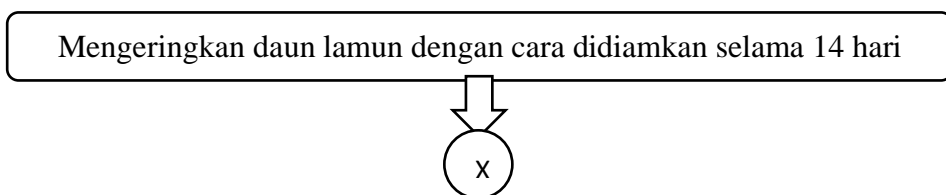
Ada beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

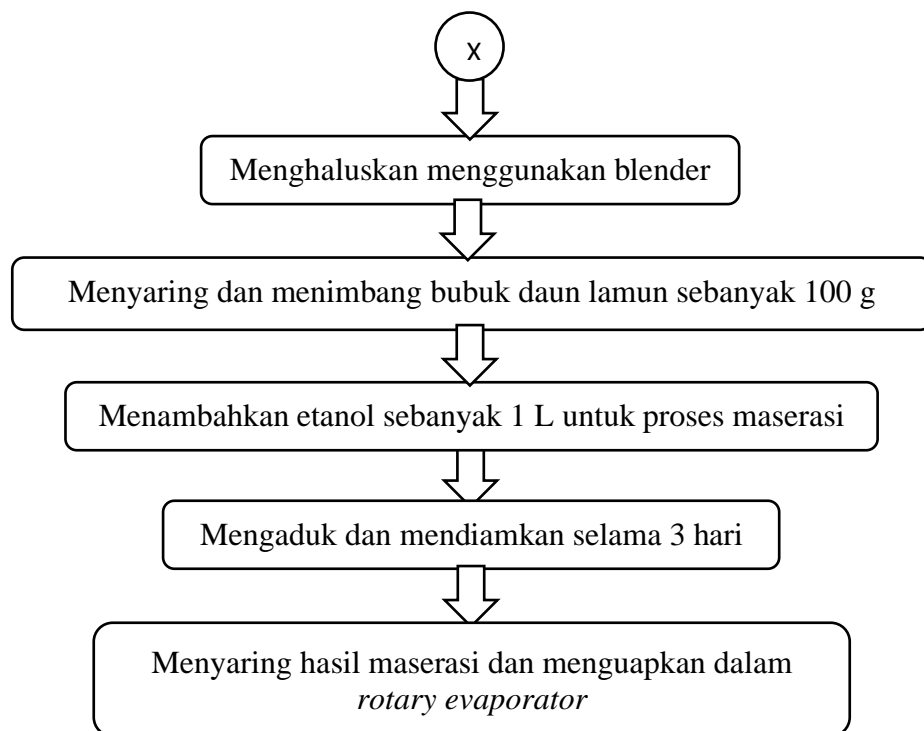
3.1.1 Persiapan Sampel Baja



Gambar 3. 1 Diagram Alir Persiapan Sampel Baja

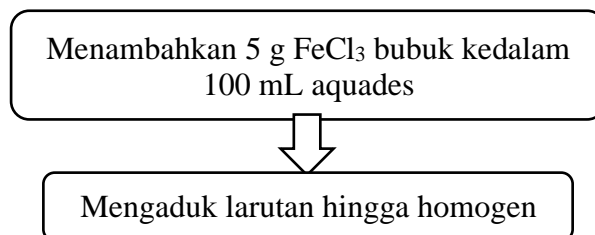
3.1.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lamun





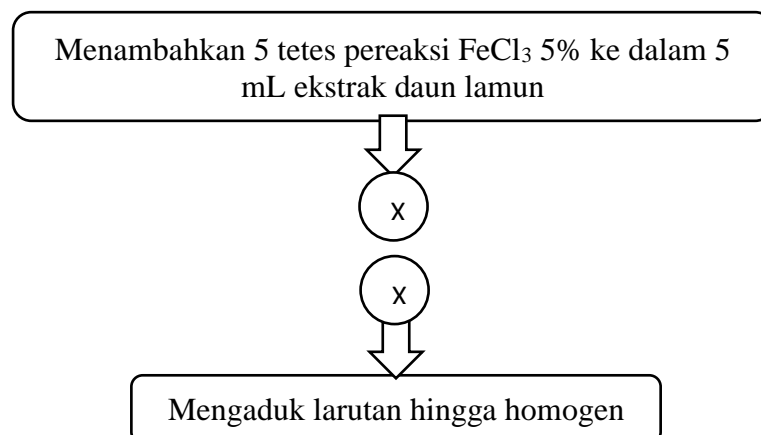
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Daun Lamun

3.1.3 Pembuatan Larutan FeCl_3 5%



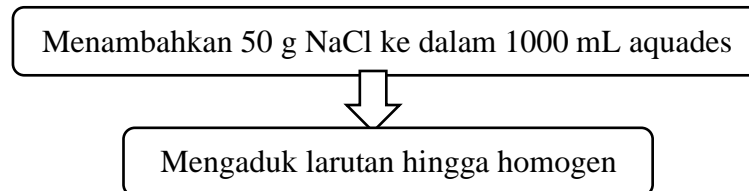
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Larutan FeCl_3 5%

3.1.4 Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin



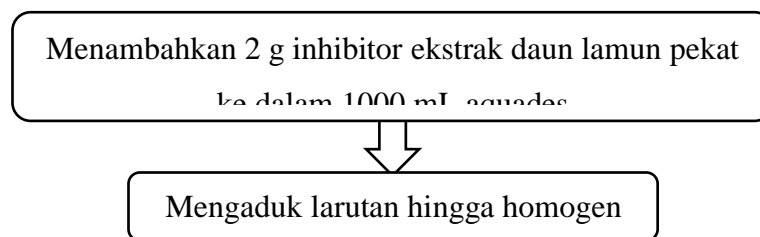
Gambar 3. 4 Diagram Alir Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin

3.1.5 Pembuatan Media Korosif NaCl 5%



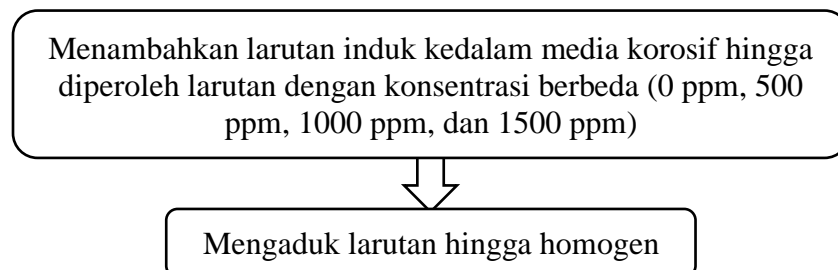
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Media Korosif

3.1.6 Pembuatan Larutan Induk



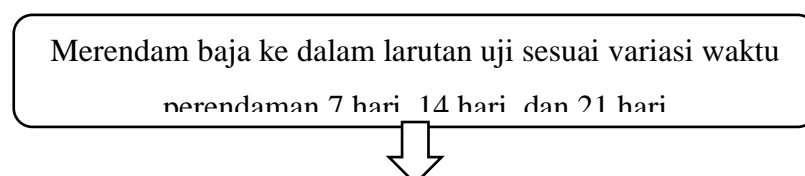
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Larutan Induk

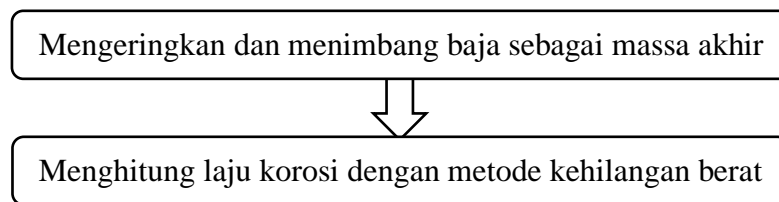
3.1.7 Pembuatan Larutan Uji



Gambar 3. 7 Diagram Alir Pembuatan Larutan Uji

3.1.8 Pengukuran Laju Korosi





Gambar 3. 8 Diagram Alir Pengukuran Laju Korosi

3.2 Prosedur Penelitian

Berikut merupakan tahapan prosedur yang dilakukan pada penelitian ini:

3.2.1 Persiapan Sampel Baja

Baja dengan ketebalan 0,75 mm dipotong dengan ukuran panjang dan lebar masing-masing 30 mm dan 20 mm. Baja yang telah dipotong, permukaannya dihaluskan dengan kertas amplas 500 dan 1500 grid sampai mengkilap. Kemudian, baja direndam dalam 100 mL aseton selama 5 menit pada suhu ruang untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan baja seperti minyak, lemak, dan karat. Lalu, baja dikeringkan dan ditimbang dengan neraca digital untuk mendapatkan massa awal sampel. Setelah itu, simpan baja dalam wadah sampel.

3.2.2 Pembuatan Ekstrak Daun Lamun

Daun lamun dikeringkan dengan cara didiamkan selama 14 hari dalam suhu ruang. Daun lamun yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender, lalu disaring menggunakan ayakan untuk mendapatkan bubuk daun lamun dengan konsentrasi yang seragam. Kemudian bubuk tersebut ditimbang sebanyak 100 g menggunakan neraca digital. Selanjutnya, bubuk daun lamun dimaserasi dengan menambahkan etanol sebanyak 1 L, lalu diaduk dan didiamkan selama 3 hari. Pengadukan dilakukan setiap hari selama 5 menit.

Setelah 3 hari, larutan disaring menggunakan kertas saring berukuran 100 mm hingga diperoleh filtrat. Filtrat yang dihasilkan, lalu diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 40°C selama 50 menit untuk mendapatkan hasil yang lebih pekat yang kemudian digunakan sebagai inhibitor.

3.2.3 Pembuatan Larutan FeCl₃ 5%

Larutan FeCl₃ 5% dibuat dengan menambahkan 5 g FeCl₃ bubuk ke dalam 100 mL aquades, kemudian mengaduknya hingga homogen.

3.2.4 Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin

Uji fitokimia dilakukan menggunakan metode skrining dengan menambahkan 5 tetes larutan FeCl₃ 5% ke dalam 5 mL ekstrak daun lamun hingga menghasilkan endapan berwarna hijau kehitaman atau biru tua hingga hitam yang menunjukkan bahwa suatu bahan positif mengandung tanin.

3.2.5 Pembuatan Media Korosif NaCl 5%

Media korosif dibuat dengan melarutkan 50 g NaCl bubuk ke dalam 1000 mL aquades sebagai bahan uji dalam pengukuran laju korosi karena dianggap dapat mewakili lingkungan yang bersifat korosif.

3.2.6 Pembuatan Larutan Induk

Larutan induk dibuat dengan melarutkan 2 g inhibitor ekstrak daun lamun pekat ke dalam 1000 mL aquades hingga didapatkan larutan induk dengan konsentrasi 2000 ppm.

3.2.7 Pembuatan Larutan Uji

Larutan uji dibuat dengan menambahkan larutan induk ke

dalam media korosif hingga didapatkan konsentrasi larutan yang berbeda yaitu 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, dan 1500 ppm.

3.2.8 Pengukuran Laju Korosi

Baja direndam dalam larutan uji dengan variasi waktu perendaman masing-masing konsentrasi yaitu 7 hari, 14 hari, dan 21 hari pada suhu ruang. Kemudian, baja di keringkan dan ditimbang kembali menggunakan neraca digital untuk mendapatkan massa akhir baja setelah mengalami proses korosi.

3.2.9 Perhitungan Laju Korosi dengan Metode Kehilangan Berat

Pengukuran laju korosi dapat dilakukan menggunakan metode perhitungan kehilangan berat dengan rumus (ASTM G31-72, 1999):

$$\text{Laju Korosi, } CR = \frac{K.M}{A.t.\rho}$$

dengan, CR = Corrossion Rate (mm/year)

K = Konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$)

M = Selisih massa (mg)

A = Luas permukaan baja (mm^2)

t = Waktu perendaman (jam)

ρ = Densitas baja karbon ($7,86 \text{ mg/mm}^3$)

3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu:

- a. Alat pemotong baja

- b. Baja ringan
- c. Jangka sorong
- d. Amplas 500 grid
- e. Amplas 1500 grid
- f. Gelas kimia 100 mL
- g. Benang nilon
- h. Neraca digital
- i. Plastik Vacuum
- j. Blenderr
- k. Ayakan
- l. Gelas kimia 1000 mL
- m. Spatula
- n. Alumunium foil
- o. Gelas erlenmeyer 100 mL
- p. Corong kaca
- q. Kertas saring
- r. Gelas plastik
- s. Gelas ukur 100 mL
- t. Gelas ukur 5 mL
- u. Labu takar 1000 mL
- v. Botol kaca
- w. Pipet tetes
- x. *Rotary evaporator*.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu:

- a. Daun lamun jenis (*Cymodocea rotundata*)
- b. Aquades
- c. Aseton
- d. Etanol 96%
- e. FeCl_3 bubuk

f. NaCl bubuk.

3.4 Variabel Penelitian

Ada 3 variabel yang terdapat pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang diperlakukan secara sama dalam setiap percobaan. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah Ukuran *mild steel* (tebal 0,75 mm), volume aseton (100 mL), konsentrasi etanol (96%), konsentrasi FeCl₃ (5%), konsentrasi NaCl (5%), dan waktu pengadukan (5 menit).

3.4.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang diperlakukan secara bebas dalam setiap percobaan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, dan 1500 ppm) dan lamanya waktu perendaman (yaitu 7 hari, 14 hari, dan 21 hari).

3.4.3 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang disebabkan dari perlakuan secara bebas dalam setiap percobaan. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah massa awal sampel baja, massa akhir sampel baja, laju korosi baja, dan efisiensi inhibisi.

3.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Metode pengumpulan dan analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekstraksi (maserasi), metode skrining fitokimia, metode perendaman, metode perhitungan kehilangan berat (*weight loss*), dan

metode perhitungan efisiensi inhibisi.

Pengukuran laju korosi dapat dilakukan dengan rumus berikut (ASTM G31-72, 1999) :

$$\text{Laju Korosi, } CR = \frac{K.W}{A.t.\rho} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan, CR = Corrossion Rate (mm/year)

K = Konstanta laju korosi ($8,76 \times 10^4$ mm/y)

W = Selisih massa (mg)

A = Luas permukaan baja (mm^2)

t = Waktu perendaman (jam)

ρ = Massa jenis baja ($7,85 \text{ mg/mm}^3$)

Persamaan perhitungan efisiensi inhibisi (%IE) menurut Hermanta, et. al., 2021 adalah:

$$\%IE = \left| \frac{CR_0 - CR_i}{CR_0} \right| \times 100\%$$

Dimana : CR_0 = Laju korosi baja tanpa inhibitor

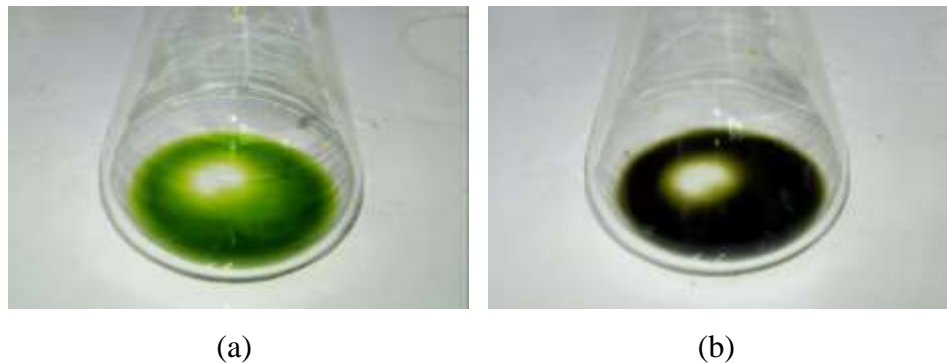
CR_i = Laju korosi baja dengan inhibitor

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Skrining Fitokimia

Identifikasi kandungan senyawa tanin pada ekstrak daun lamun dilakukan dengan metode skrining fitokimia melalui penambahan FeCl_3 5%. Senyawa tanin bersifat polar karena terdapat gugus OH di dalamnya, sehingga ketika ditambahkan FeCl_3 5% tanin yang terhidrolisis akan menghasilkan warna biru kehitaman sedangkan tanin yang terkondensasi akan menghasilkan warna hijau kehitaman. Hasil analisa tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil Uji Skrining Fitokimia Senyawa Tanin

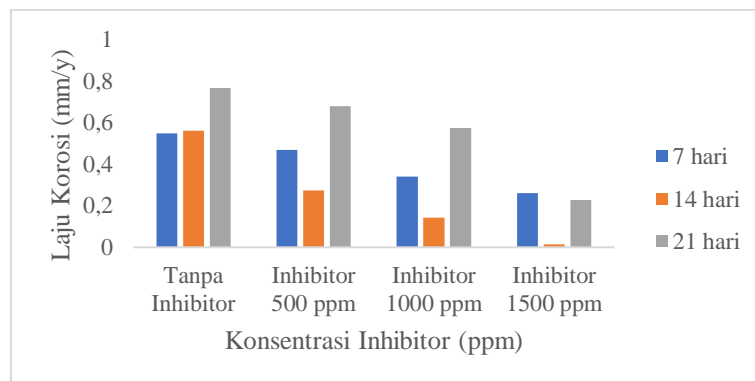
Sebelum uji (a) dan sesudah uji (b)

Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa ekstrak daun lamun sebelum dilakukan uji menghasilkan warna hijau cerah atau hijau muda, sedangkan hasil yang didapatkan setelah dilakukan uji dengan penambahan FeCl_3 5% menghasilkan warna hijau kehitaman yang berarti ekstrak daun lamun tersebut positif mengandung senyawa tanin. Warna yang dihasilkan pada reaksi tersebut didasarkan karena adanya pembentukan senyawa kompleks antara inti fenolitik tanin dengan ion Fe^{3+} sehingga memberikan senyawa kompleks yang berwarna. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Jones et al, (2006), Bahwa senyawa tanin bersifat polar karena adanya gugus

OH, sehingga ketika ditambahkan FeCl_3 5% akan terjadi perubahan warna seperti biru tua atau hijau kehitaman yang menandakan adanya senyawa tanin. Menurut Santi et al. (2008), tanin terhidrolisis akan menghasilkan warna biru kehitaman sedangkan tanin terkondensasi akan menghasilkan warna hijau kehitaman ketika adanya penambahan FeCl_3 . Hasil tersebut juga diperkuat oleh hasil pengujian yang telah dilakukan Gustavina et al. (2018), Bahwa kandungan senyawa tanin secara positif ditemukan pada daun lamun jenis *Cymodocea rotundata*.

4.2 Analisa pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi

Berdasarkan ASTM G31-72, terdapat dua metode pengukuran laju korosi yaitu metode kehilangan berat (weight loss) dan metode polarisasi. Dalam penelitian ini pengukuran laju korosi ini didasarkan pada metode kehilangan berat yang terjadi pada material ketika direndam dalam media korosif. Hasil perhitungan laju korosi setiap sampel dapat dilihat pada gambar 4.2.



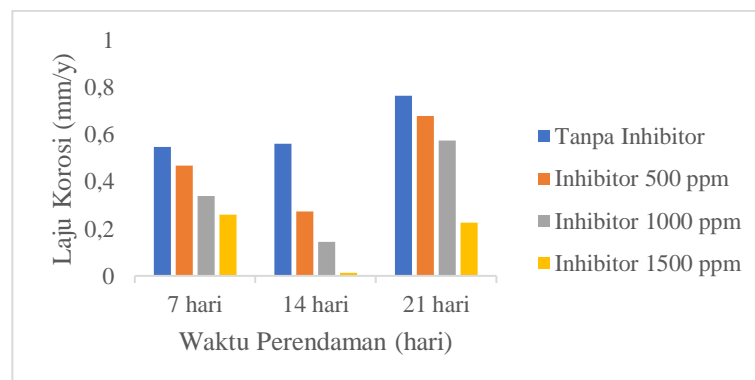
Gambar 4. 2 Grafik hubungan konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun terhadap laju korosi

Berdasarkan gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor yang tambahkan pada larutan uji saat proses perendaman, maka laju korosi yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi inhibitor yang digunakan, maka semakin besar pula kesempatan inhibitor untuk menempel pada proses

perendaman baja. Dimana senyawa tanin yang terdapat pada inhibitor mampu membentuk senyawa kompleks Fe(III)-tannat dengan permukaan baja. Tanin yang telah teradsorpsi pada permukaan baja akan menjadi pembatas dari medium korosif (Sari et al, 2022). Hasil tersebut diperkuat oleh hasil uji dari Prameswari et. al., (2021) Dimana senyawa tanin akan membentuk senyawa kompleks Fe-tannat dengan lapisan tipis pada permukaan besi. Hal ini terjadi karena adanya adsorpsi dari jumlah inhibitor pada besi yang meningkat dengan meningkatnya penambahan konsentrasi inhibitor. Hal tersebut juga memungkinkan adanya heteroatom dan ikatan rangkap dalam ekstrak daun lamun yang membuatnya kaya elektron dan mampu secara efektif untuk menghambat korosi dengan menyediakan lokasi adsorpsi yang menurun ketika ekstrak daun lamun ditambahkan. Hal ini dapat dilihat melalui hasil perbandingan jika tanpa adanya penambahan ekstrak daun lamun. Oleh karena itu, permukaan baja dapat dilindungi dengan membuat film penghalang (Edrah, et. al., 2016).

4.3 Analisa pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi

Metode kehilangan berat yang terjadi pada material ketika dicelupkan dalam media korosif sangat berhubungan erat dengan waktu. Hubungan antara waktu perendaman dan hasil laju korosi dapat dilihat pada gambar 4.3.



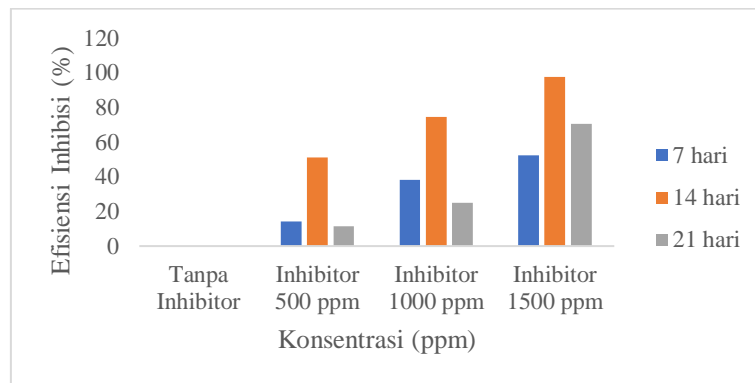
Gambar 4. 3 Grafik hubungan waktu perendaman dalam larutan uji terhadap laju korosi

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu perendaman baja dalam media korosif, maka laju korosi akan semakin menurun hingga mencapai titik optimum kerja inhibitornya (Pattireuw, et al. 2013). Hasil ini sesuai dengan pernyataan Sari, et. al., (2022) Dimana semakin lama waktu perendaman yang digunakan, maka laju korosi akan semakin menurun hingga batas kerja optimum inhibitornya. Karena lapisan tipis dari senyawa tanin yang terbentuk pada permukaan baja akan semakin banyak, sehingga dapat menghalangi H₂O atau O₂ yang akan masuk ke permukaan baja yang mengakibatkan laju korosi semakin lama semakin menurun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hermanta. Et. al., (2021) Semakin lamanya waktu perendaman, adsorpsi inhibitor akan semakin banyak. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa tanin yang membentuk fe-tannat dipermukaan yang menghalangi serangan korosi pada permukaan baja, sehingga laju korosi akan mengalami penurunan. Permukaan baja yang mengalami korosi akan menghasilkan ion Fe²⁺ yang dapat bereaksi dengan tanin sehingga membentuk lapisan kompleks yakni Fe-Tannat. Dan Lapisan inilah yang dapat melindungi baja dari serangan korosi.

Penurunan laju korosi paling baik dihasilkan pada waktu perendaman 14 hari, karena pada kondisi tersebut senyawa kompleks Fe-tanin terbentuk dengan sempurna dalam melapisi permukaan baja. Ketika waktu perendaman 21 hari, laju korosi yang dihasilkan menurunt kembali. Hal ini disebabkan karena kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, semakin lama waktu inhibitor akan semakin habis oleh larutan (Uhlig, 1985). Semakin lama waktu perendaman yang digunakan, maka inhibitor tidak dapat bekerja secara optimal kembali dalam melapisi permukaan baja dari serangan korosi, yang berarti yang artinya inhibitor sudah mencapai titik optimum. Hal ini didasarkan bahwa pada waktu tersebut, dihasilkan nilai efisiensi inhibisi yang tertinggi yaitu 97,67%.

4.4 Analisa pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi dalam pencegahan korosi merupakan persentase dari korosi yang dihindari oleh inhibitor sehingga dapat mengidentifikasi kemampuan inhibitor untuk menghambat terjadinya proses korosi pada baja. Efisiensi inhibisi berbeda-beda tergantung pada konsentrasi inhibitor. Hasil nilai efisiensi inhibisi dapat dilihat pada gambar 4.4.



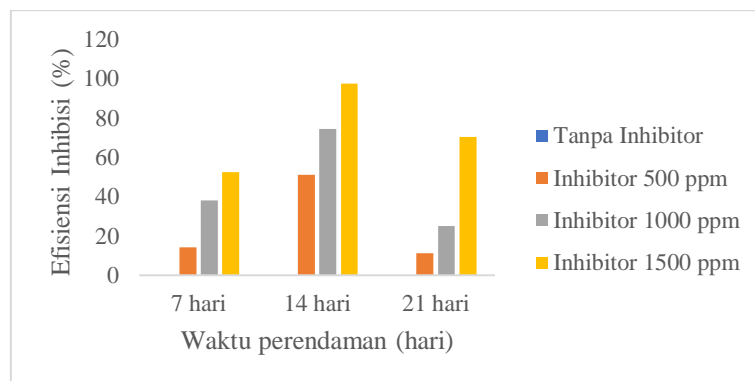
Gambar 4. 4 Grafik hubungan konsentrasi inhibitor ekstrak daun lamun terhadap efisiensi inhibisi

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi inhibitor, maka efisiensi inhibisi yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena semakin banyak inhibitor, maka adsorpsi dari jumlah inhibitor pada baja semakin meningkat (Prameswari et. al., 2021). Senyawa tanin yang terdapat pada inhibitor akan teradsorpsi untuk membentuk senyawa kompleks Fe-tannat dengan permukaan baja, sehingga dapat menjadi pembatas dari medium korosif (Sari et al, 2022). Nilai efisiensi inhibisi tertinggi dihasilkan pada konsentrasi 1500 ppm dengan nilai sebesar 97,67%, sedangkan nilai efisiensi inhibisi terendah dihasilkan pada waktu perendaman 500 ppm dengan nilai 11,26%. Hasil ini diperkuat oleh Akbar, S. A., (2014) yang menyatakan bahwa semakin besar kadar inhibitor yang ditambahkan, maka inhibitor yang diadsorpsi juga akan semakin banyak seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman yang digunakan. Kemudian, diperkuat kembali oleh pernyataan dari Hakimin dan dahyunir (2021) Peningkatan efisiensi inhibisi disebabkan oleh senyawa tanin membentuk senyawa kompleks sebagai lapisan pelindung. Lapisan

inilah yang mampu menghambat laju korosi. Hal ini dikarenakan semakin banyak tanin yang teradsorpsi pada permukaan logam, maka semakin besar pula daya inhibisinya.

4.5 Analisa pengaruh waktu perendaman terhadap Efisiensi Inhibisi

Nilai efisiensi inhibisi juga sangat berhubungan erat dengan waktu perendaman dalam menghambat terjadinya proses korosi pada baja. Nilai efisiensi inhibisi tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hubungan waktu perendaman dalam larutan uji terhadap efisiensi inhibisi

Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu perendaman baja dalam media korosif, maka efisiensi inhibisi akan semakin meningkat. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi dihasilkan pada waktu perendaman 14 hari dengan nilai sebesar 97,67% karena pada kondisi tersebut senyawa kompleks Fe-tanin terbentuk dengan sempurna dalam melapisi permukaan baja, sedangkan nilai efisiensi inhibisi terendah dihasilkan pada waktu perendaman 21 hari dengan nilai 11,26%. Hal itu terjadi karena semakin lama waktu perendaman lapisan yang terbentuk pada permukaan akan semakin banyak sehingga proteksi pada permukaan baja akan meningkat. Namun, kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal ini dikarenakan semakin lama waktu inhibitor akan semakin habis oleh larutan (Uhlig, 1985). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni et. al., (2014)

tanin dapat mencegah terjadinya korosi dan semakin lama waktu perendamannya, maka akan memperbanyak lapisan Fe(OH)_2 yang terbentuk sehingga menghalangi difusi pada permukaan baja dan laju korosi akan semakin turun. Selain itu, semakin lama waktu perendaman logam dengan media korosif, maka semakin tinggi tingkat korosifitasnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya penelitian ini, berdasarkan pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi optimal ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata* dihasilkan pada konsentrasi 1500 ppm dengan nilai laju korosi sebesar 0,0130 mmpy dan efisiensi inhibisi 97,67%.
2. Waktu perendaman optimal ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata* dihasilkan pada 14 hari dengan nilai laju korosi sebesar 0,0130 mmpy dan efisiensi inhibisi 97,67%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat kami berikan untuk pengembangan penelitian berikutnya yaitu:

1. Perlu dilakukannya Uji SEM EDS untuk mengetahui karakteristik permukaan baja setelah penambahan inhibisi.
2. Perlu dilakukannya analisa untuk penentuan konsentrasi tanin dalam ekstrak daun lamun.
3. Dapat dilakukan dengan metode yang berbeda seperti metode elektrokimia.
4. Dapat dilakukan untuk variasi suhu yang lebih tinggi dengan waktu perendaman yang lebih singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Affifah, F. N., Ginting, E., dan Suprihatin. 2019. Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Talas dan Suhu Perendaman 40°C Dan 70°C terhadap Laju Korosi Pada Baja Api 51 dalam Larutan NaCl 3%. *Analytical and Environmental Chemistry*, 4(2): 76 – 85.
- Amstead. 1997. *Teknologi Mekanik*. Edisi Tujuh. Erlangga: Jakarta.
- ASTM G31 – 72. 1972. *ASTM G31: Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. (Reapproved), 66 – 88.
- Aprilyanti, S. 2020. *Kimia Terapan (Aplikasi untuk Teknik Mesin)*. CV Sarnu Untung: Jawa Tengah.
- Chan, S. G., and Beck, T. R. 1993. *Electrochemical Technology Corp*. United State of America: Seattle Washington.
- Dewi, C. S., Soedharma, D., & Kawaroe, M. 2012. Komponen Fitokimia Dan Toksisitas Senyawa Bioaktif Dari Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* Dari Pulau Pramuka, DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2): 23-27.
- Edrah, S. M., A. R. Elkais, dan M. K. Zambri. 2016. Anticorrosion of Mild Steel in Sea Water at Different Temperatures by Using Green Inhibitors “*Posidonia Oceanica*”. *ICCPGE* 1(1): 25 – 30.
- Favre M, dan Landolt D. 1993. The Influence of Gallic Acid On The Reduction of Rust on Painted Steel Surface, *J. Corrosion Science* 34(2): 1483-1492.
- Fontana, M., G. 1987. *Corrosion Engineering, Third Edition*. McGraw-Hill Book Company: New York.
- Gumelar, A., A. 2011. Studi Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Teh Roselia (*Hibbicus sabdariffa*) sebagai Green Corrosion Inhibitor untuk Material Baja Karbon Rendah di Lingkungan NaCl 3,5% pada Temperatur 50 Derajat Celsius. *Skripsi*. Depok: Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

- Gustavina, N. L. G. W. B., Dharma, I. G. B. S., dan Faiqoh, E. 2018. Identifikasi Kandungan Senyawa Fitokimia Pada Daun dan Akar Lamun di Pantai Samuh Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 4(2): 271 – 277.
- Hakimin, A. Z. dan Dahyunir, D. 2021. Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa L*) Sebagai Inhibitor Korosi pada Baja. *Jurnal Fisika Unand* 10(2): 170 – 176.
- Haryono, G., Sugiarto, B., Farid, H., dan Tanoto, Y. 2010. *Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi. Prosiding, Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Hermanta, H., V., Karomah, D., R., Suprihatin., dan Triana, N., W. 2021. Pemanfaatan Tanin Kulit Kayu Mahoni Sebagai Inhibitor Korosi Pada Besi dalam Larutan NaCl 3,5%. *Jurnal ChemPro*, 2(2): 12-17.
- Ishar. 2021. Ekstraksi dan Karakterisasi Silika dari Abu Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L.*) Sebagai Material Anti Korosi Pada Baja Karbon. *Skripsi*. Makassar: Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
- Jones, W.P., dan Kinghorn, A.D. 2006. *Extraction of Plant Secondary Metabolites. In: Sharker, S.D. Latif Z., Gray A.L, eds. Natural Product Isolation. 2nd edition*. Humana Press: New Jersey.
- Khasibudin, M. R. W. 2018. Analisis Laju Korosi Baja Karbon St 60 Terhadap Larutan Hidrogen Klorida (HCl) Dan Larutan Natrium Hidroksida (NaOH). *Majalah Techno*, Hal. 1-12.
- Lubis, M. F. dan D. Dahlan. 2020. Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Tanin dari Kulit Batang Bakau Sebagai Inhibitor. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2): 277 – 283.
- Marjoni, R. 2016. *Dasar-Dasar Fitokimia untuk Diploma III Farmasi*. Jakarta: CV. Trans Info Media.
- Nugroho, A. 2017. *Teknologi Bahan Alam*. Lambung Mangkurat: Banjarmasin.
- Manitto, P. 1992. *Biosintesis Produk Alami*. Semarang: IKIP Press.
- Mulyani, E., Herlina., dan Suci, K. 2022. Penetapan Kadar Tanin Ekstrak Daun Pagoda (*Clerodendrum Paniculantum*) Dengan Metode Spektrofotometri

- Visible Dan Titration Permanganometri. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1): 7 – 11.
- Panjaitan, I. 2021. Analisis Laju Korosi Baja St37 Menggunakan Inhibitor Ekstrak Theobroma Cacao Dengan Variasi Konsentrasi 0%, 4% Dan 8% Dalam Medium Korosif Hcl 3% Pada Suhu 100°C. *Skripsi*. Bandar Lampung: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Pattireuw, K. J., F. A. Rauf, dan R. Lumintang. 2013. *Analisis Laju Korosi pada Baja Karbon dengan Menggunakan Air Laut dan H₂SO₄*. Manado: Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi.
- Prameswari, A. dan D. Dahlan. 2021. Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*) Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja. *Jurnal Fisika Unand* 10(4): 479 – 485.
- Sangi, M., Runtuwene, M. R. J., Simbala, H. E. I., dan Makang, V. M. A., 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog.* 1(1): 47 – 53.
- Satrya, C., Yusuf, M., Shidqi, M., Subhan, B., Arafat, D., dan Anggraeni, F. 2012. Keragaman Lamun di Teluk Banten, Provinsi Banten. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2): 29-34.
- Sarfika, M. 2012. Pertumbuhan dan Produksi Lamun (*Cymodocea Rotundata* dan *Cymodocea Serrulata*) di Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Sari, R. W., Suka, E. G., dan Karo, P. K., 2022. Ekstrak Daun Sawo (*Manilkara* Medium Korosif NaCl 3%. *Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology*, 3(1): 8 – 14.
- Satrya, C., Yusuf, M., Shidqi, M., Subhan, B., Arafat, D., dan Anggraeni, F. 2012. Keragaman Lamun di Teluk Banten, Provinsi Banten. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 3(2): 29 – 34.
- Somar, E., dan Rahman, L. A. 2020. Ekstrak Tannin Daun Buah Hitam (*Haplolobus Sp*) Sebagai Inhibitor Alami Korosi Besi Dalam Larutan Asam. *Jurnal Natural*, 16(1): 61 – 65.

- Svehla, G. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi kelima. diterjemahkan oleh Setiono, L & Pudjaatmaka, A. H. Jakarta: Media Pusaka.
- Uhlig, H. (1985). *Corrosion and Corrosion Control*. New York: JohnWiley & Sons
- Umoren, S.A., Moses, M.S., Ime, B dan Rami K.S., 2019. A Critical Review On The Recent Studies On Plant Biomaterials As Corrosion Inhibitor For Industrial Metals. *Jurnal of Industrial and Engineering Chemistry*, 76 : 91-155
- Utomo, B. 2009. Jenis Korosi dan Penanggulangannya. *KAPAL*. 6(2): 138 – 141.
- Utomo, S. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaNO_2 Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Besi Dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi* 7(2): 94 – 103.
- Zmonzinski, A.V., Rafael, S.P., Kelly, F., Carlos A.F., Silvia, M.M.T dan Denise, S.A. 2018. Zinc Tannate and Magnesium Tannate as Anticorrosion Pigmen in Epoxy Paint Formulations. *Jurnal Progres in Organic Coating*, 121 : 23-29

LAMPIRAN

A. PERHITUNGAN

A.1. Pembuatan Larutan NaCl 5%

$$\text{NaCl } 5\% = \frac{\text{Massa NaCl} \times 100\%}{1000 \text{ mL aquades}}$$

$$\text{Massa NaCl} = \frac{5\% \times 1000 \text{ mL aquades}}{100\%}$$

$$\text{Massa NaCl} = 50 \text{ g}$$

A.2. Pembuatan Larutan FeCl₃ 5%

$$\text{FeCl}_3 \text{ } 5\% = \frac{\text{Massa FeCl}_3 \times 100\%}{100 \text{ mL aquades}}$$

$$\text{Massa FeCl}_3 = \frac{5\% \times 100 \text{ mL aquades}}{100\%}$$

$$\text{Massa FeCl}_3 = 5 \text{ g}$$

A.2. Pembuatan Larutan Induk

Pembuatan larutan induk 2000 ppm:

1. Melarutkan 2 g inhibitor pekat hasil proses evaporasi, kemudian memasukkannya ke dalam labu ukur 1000 mL
2. Menambahkan aquades sampai volume tepat batas 1000 mL
3. Setelah itu dilakukan pengenceran

Perhitungan:

$$\text{Larutan induk } 2000 \text{ ppm} = \frac{\text{massa inhibitor pekat}}{1000 \text{ mL aquades}}$$

$$\text{Massa Inhibitor pekat} = \frac{\text{Larutan induk } 2000 \text{ ppm}}{1000 \text{ mL aquades}}$$

$$\text{Massa Inhibitor pekat} = 2 \text{ g}$$

A.3. Pembuatan Larutan Uji

- Pengenceran konsentrasi 0 ppm

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 0 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{2000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0 \text{ mL}$$

- Pengenceran konsentrasi 500 ppm

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 500 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{500 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{2000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

- Pengenceran konsentrasi 1000 ppm

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 1000 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{2000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 50 \text{ mL}$$

- Pengenceran konsentrasi 1500 ppm

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 1500 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1500 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{2000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 75 \text{ mL}$$

- Pengenceran konsentrasi 2000 ppm

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$2000 \text{ ppm} \times V_1 = 2000 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{2000 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}}{2000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 100 \text{ mL}$$

Keterangan: M_1 = Konsentrasi larutan induk (ppm)

V_1 = Volume larutan Induk (mL)

M_2 = Konsentrasi larutan uji (ppm)

V_2 = Volume larutan uji (mL)

A.4. Perhitungan Korosi

- **Luas Permukaan Baja**

$$A = (2 \times P \times L) + (2 \times P \times t) + (L \times t)$$

Contoh perhitungan:

Diketahui : P = 30 mm

t = 0,75 mm

L = 20 mm

Jadi, $A = (2 \times 30 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}) + (2 \times 30 \text{ mm} \times 0,75 \text{ mm}) + (20 \text{ mm} \times 0,75 \text{ mm})$

$$A = 1275 \text{ mm}^2$$

- **Weight loss**

Contoh perhitungan:

Weight loss = (massa baja sebelum direndam – massa baja setelah direndam)

$$\text{Weight loss} = (3,2570 - 3,2465) \text{ mg}$$

$$\text{Weight loss} = 10,5 \text{ mg}$$

- **Laju Korosi**

$$\text{Laju Korosi (CR)} = \frac{K \times W}{A \times t \times \rho}$$

Contoh perhitungan:

Diketahui : konstanta laju reaksi (K) = $8,76 \times 10^4$

Weight loss (W) = 10,5 mg

Luas permukaan baja (A) = 1257 mm²

Waktu perendaman (t) = 168 jam (7 hari)

Massa jenis baja (ρ) = 7,85 mg/mm³

$$\text{Laju Korosi (CR)} = \frac{K \times W}{A \times t \times \rho}$$

$$\text{Laju Korosi (CR)} = \frac{8,76 \times 10^4 \times 10,5}{1257 \times 168 \times 7,85}$$

Laju Korosi (CR) = 0,5470 mm/y

- *Effisiensi Inhibisi (%IE)*

$$\%IE = \left| \frac{CR_0 - CR_i}{CR_0} \right| \times 100\%$$

Diketahui : Laju korosi baja tanpa inhibitor (CR₀) = 0,5470 mm/y

Laju korosi baja dengan inhibitor (CR_i) = 0,4689 mm/y

Contoh perhitungan:

$$\%IE = \left| \frac{0,5470 - 0,4689}{0,5470} \right| \times 100\%$$

$$\%IE = 14,29\%$$

B. DOKUMENTASI



Gambar B.1 Kondisi Lamun Basah dan Kering



Gambr B.2 Proses maserasi



Gambar B.3 Hasil evaporasi



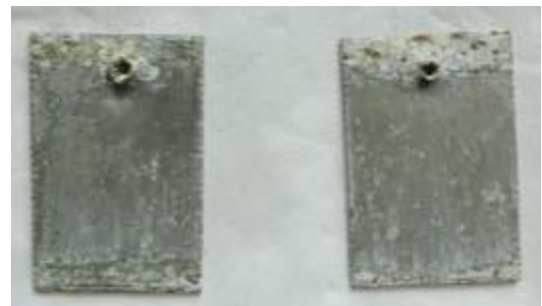
Gambar B.4 Proses perendaman



Gambar B.5 Kondisi baja sebelum proses perendaman



(a)



(b)



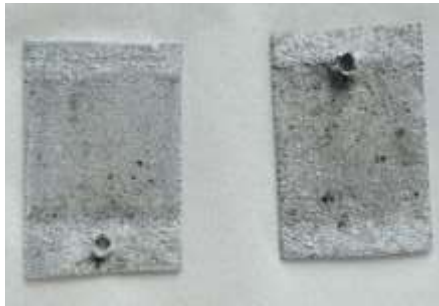
(c)



(d)

Gambar B.6 Kondisi baja setelah proses perendaman 7 hari.

(a)0 ppm, (b)500 ppm, (c)1000 ppm, dan (d)1500 ppm



(a)



(b)



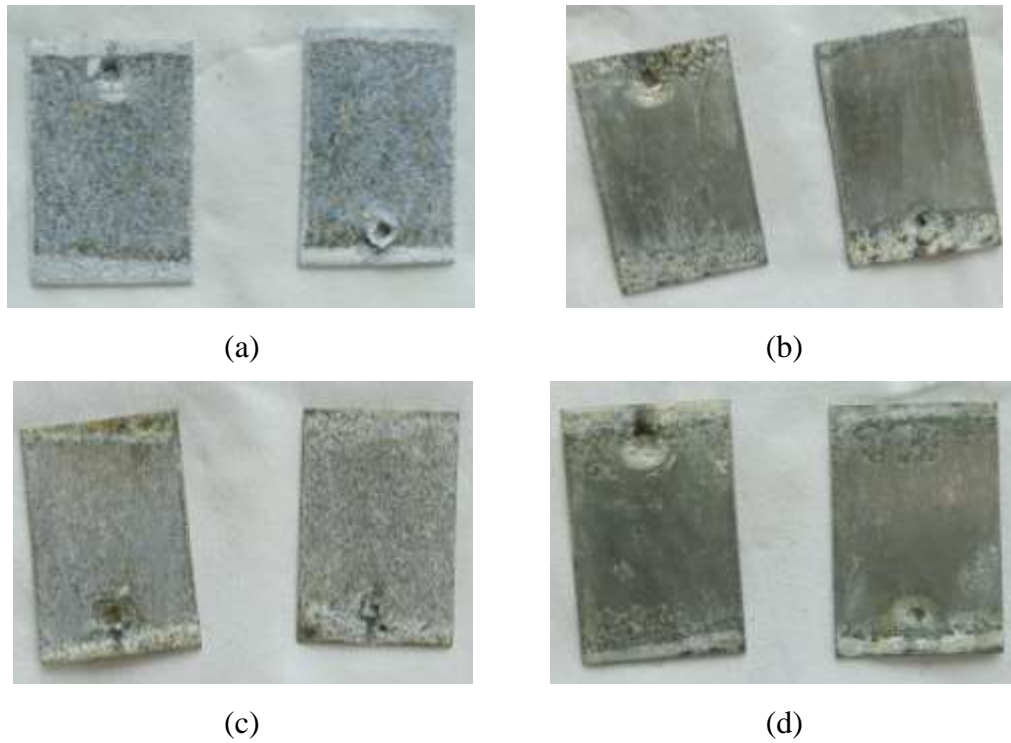
(c)



(d)

Gambar B.7 Kondisi baja setelah proses perendaman 14 hari.

(a)0 ppm, (b)500 ppm, (c)1000 ppm, dan (d)1500 ppm



Gambar B.8 Kondisi baja setelah proses perendaman 21 hari
 (a)0 ppm, (b)500 ppm, (c)1000 ppm, dan (d)1500 ppm

C. ANALISA KADAR TANIN SECARA SPEKTROFOTOMETRI

a. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Menghomogenkan larutan induk asam galat sejumlah tertentu dengan 1 mL reagen *folin ciocalteu* ke dalam labu ukur 10 mL, lalu didiamkan selama 5 menit. Kemudian menambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 15%, menghomogenkan lalu mendiamkan kembali selama 5 menit. Selanjutnya, menambahkan aquadest sampai tepat batas 10 mL labu ukur dan melakukan *scanning* panjang gelombang pada rentang λ 500-900 nm (Ryanata, 2014).

b. Penentuan Waktu Stabil

Menghomogenkan larutan induk asam galat sejumlah tertentu dengan 1 mL reagen *folin ciocalteu* ke dalam labu ukur 10 mL, lalu didiamkan selama 5 menit. Kemudian menambahkan 2 mL larutan

Na_2CO_3 15%, menghomogenkan lalu mendiamkan kembali selama 5 menit. Selanjutnya, menambahkan aquadest sampai tepat batas 10 mL labu ukur dan mengamati absorbansi pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh dengan interval waktu pengamatan 0-110 menit dalam kelipatan 5 (Ryanata, 2014).

c. Pembuatan Kurva Baku Asam Galat

Menghomogenkan larutan induk asam galat sejumlah tertentu dengan 1 mL reagen *folin ciocalteu* ke dalam labu ukur 10 mL, lalu didiamkan selama 5 menit. Kemudian menambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 15%, menghomogenkan lalu mendiamkan kembali selama 5 menit. Selanjutnya, menambahkan aquadest sampai tepat batas 10 mL labu ukur, menghomogenkan dan mendiamkan kembali selama 90 menit. Lalu mengamati absorbansi pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh. Kemudian mengambil larutan induk asam galat sejumlah tertentu sebanyak tujuh kali, sehingga didapatkan tujuh konsentrasi yang berbeda (Ryanata, 2014).

d. Penetapan Kadar Tanin Total

Menghomogenkan larutan ekstrak daun lamun *Cymodocea rotundata* sejumlah tertentu dengan 1 mL reagen *folin ciocalteu* ke dalam labu ukur 10 mL, lalu didiamkan selama 5 menit. Kemudian menambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 15%, menghomogenkan lalu mendiamkan kembali selama 5 menit. Selanjutnya, menambahkan aquadest sampai tepat batas 10 mL labu ukur, menghomogenkan dan mendiamkan pada range waktu stabil yang diperoleh. Lalu mengamati absorbansi pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh. Kemudian mereplikasi sebanyak dua kali pada konsentrasi yang didapatkan. Menghitung ekivalen kadar tanin total dengan asam galat (*Gallic Acid Equivalent/GAE*).