

**EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN TREMBESI (*Samanea saman*
(Jacq.) Merr) DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA
BAJA ST 37**

RATNI ANANDA

H031 18 1314



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN TREMBESI (*Samanea saman*
(Jacq.) Merr) DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA
BAJA ST 37**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana*

Oleh

RATNI ANANDA

H031 18 1314



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN TREMBESI (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37

Disusun dan diajukan oleh

RATNI ANANDA

H031 18 1314

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada 24 November 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si
NIP. 19690705 199703 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19720202 199903 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ratni Ananda
NIM : H031 18 1314
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Ekstraksi Senyawa Tanin dari Daun Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr) dan Aplikasinya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja ST 37” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 24 November 2022


Ratni Ananda

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (Q.S Al-Insyirah : 5-6)

PRAKATA



Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Ekstraksi Senyawa Tanin dari Daun Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.)Merr) dan Aplikasinya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja ST 37**”. Shalawat serta salam senantiasa penulis curahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW serta keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman, yang telah membimbing kita ke jalan yang benar yaitu jalan yang diridhai Allah SWT.

Limpahan rasa hormat dan bakti serta doa yang tulus, penulis persembahkan kepada Ayahanda **Jumardi** dan Ibunda **Sumarni** serta kedua saudaraku **Taufik** dan **Rifai** yang selalu senantiasa memberikan doa, motivasi, dukungan moril dan material, serta limpahan cinta dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa menganugerahkan rahmat, kemuliaan dan karunia kepada keempatnya di dunia maupun di akhirat.

Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Ayahanda **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si** sebagai pembimbing utama dan ibunda **Dr. St. Fauziah, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memotivasi penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu **Dr. Rugaiyah Arfah, M.Si**, Ibu **Syadza Firdausiah, M.Sc** dan Bapak **Drs. Fredryk Mandey, M.Sc** selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan masukan yang berharga kepada penulis agar lebih baik lagi.
2. Seluruh dosen dan staff Departemen Kimia yang telah memberikan banyak ilmu dan serta pelayanan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
3. Seluruh analis laboratorium yang senantiasa membantu penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
4. Teman seperjuangan **Nur Fadlia, Khairunnisa Ali**, dan **Hirawati** yang selalu mendukung, menemani dalam suka maupun duka, memberi semangat kepada penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
5. Teman-teman **Kimia 2018** yang telah banyak memberikan kesan dan kisah yang menarik selama perkuliahan baik di dalam kelas maupun di luar. Semoga air mata yang keluar selama perkuliahan bisa menjadi saksi kesuksesan kita. See u on top guys.
6. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang ikut serta membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Namun, demikian dengan segala keterbatasan dan kemampuan yang ada, penulis telah berusaha menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang kiranya dapatmembwa ke arah yang lebih baik. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi diri penulis maupun pembaca. Terima kasih.

Makassar, 25 November 2022

Penulis

ABSTRAK

Ekstrak daun trembesi dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi baja dengan metode perendaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan ekstrak daun trembesi terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi pada baja ST 37. Media korosif yang digunakan untuk perendaman adalah air laut dan asam asetat 25%. Proses perendaman dilakukan dengan variasi konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 20% dan 30% dengan interval waktu perendaman yaitu 2,4,6 dan 8 hari. Hasil konsentrasi serta waktu perendaman optimum, dilanjutkan pengujian dengan variasi suhu yaitu 20°C, 30°C dan 40°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa korosi terjadi secara merata pada permukaan baja. Laju korosi ditentukan dengan metode kehilangan berat. Pengurangan berat pada baja tanpa inhibitor lebih besar dibandingkan baja dengan inhibitor ekstrak daun trembesi. Dari hasil penelitian diperoleh efisiensi inhibisi tertinggi pada konsentrasi 20% dengan waktu perendaman 6 hari yaitu sebesar 87,3464% dengan laju korosi 1,9143 mpy. Hasil penelitian pada variasi suhu diperoleh efisiensi inhibisi tertinggi yaitu pada suhu 20°C sebesar 66,6908% dengan laju korosi 2,8435 mpy.

Kata Kunci : Ekstrak Daun Trembesi, Tanin, Inhibitor, Laju Korosi, Efisiensi Inhibisi

ABSTRACT

Trembesi leaf extract can be used as an inhibitor of steel corrosion by immersion method. This study aimed to examine the effect of adding tamarind leaf extract to the corrosion rate and inhibition efficiency of ST 37 steel. The corrosive media used for immersion were seawater and 25% acetic acid. The immersion process was carried out with variations in concentration, namely 0%, 5%, 10%, 20% and 30% with immersion time intervals of 2,4,6 and 8 days. The results of the concentration and optimum immersion time were continued by testing with variations in temperature, namely 20°C, 30°C and 40°C. The test results show that corrosion occurs evenly on the steel surface. The corrosion rate was determined by the weight loss method. The weight reduction of steel without inhibitor was greater than that of steel with inhibitor of trembesi leaf extract. From the results of the study, the highest inhibition efficiency was obtained at a concentration of 20% with an immersion time of 6 days, which was 87,3464% with a corrosion rate of 1,9143 mpy. The results of the study on temperature variations obtained the highest inhibition efficiency at 20°C at 66.6908% with a corrosion rate of 2.8435 mpy.

Keywords: Corrosion Rate, Inhibitors, Inhibition Efficiency, Tannins, Trembesi Leaf Extract.

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK..	viii
ABSTRAC ..	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Maksud Penelitian	6
1.3.2 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Baja	7
2.1.1 Baja ST 37.....	8
2.2 Korosi.....	9
2.2.1 Laju Korosi	10
2.2.2 Faktor-Faktor Korosi	11

2.2.3 Jenis-Jenis Korosi	13
2.2.4 Pengendalian Korosi	17
2.3 Inhibitor.....	18
2.4 Trembesi (<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr).....	20
2.4.1 Morfologi dan Manfaat Daun Trembesi	20
2.5 Tanin	21
2.6 Karakterisasi	24
2.6.1 Fourier Transform Infrared.....	24
2.6.2 Scanning Electron Microscopy	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Bahan Penelitian.....	27
3.2 Alat Penelitian	27
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	28
3.4.1 Preparasi Daun Trembesi.....	28
3.4.2 Ekstraksi Daun Trembesi.....	28
3.4.3 Preparasi Baja Karbon	29
3.4.4 Pengujian Fitokimia Senyawa Tanin pada Ekstrak Pekat....	29
3.4.5 Pembuatan Media Korosif Asam Asetat 25%	29
3.4.6 Pembuatan Larutan Inhibitor	30
3.4.7 Prosedur Uji Rendam Tanpa Inhibitor.....	30
3.4.8 Uji Rendam dengan Inhibitor.....	31
3.4.8.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor dan Waktu Kontak Terhadap Inhibisi Baja ST 37	31

3.4.8.2 Pengaruh Suhu Perendaman Terhadap Inhibisi Baja ST 37	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Preparasi Sampel	32
4.2 Ekstraksi Senyawa Tanin dari Daun Trembesi	32
4.3 Hasil Uji Fitokimia Senyawa Tanin pada Ekstrak Daun Trembesi	34
4.3.1 Hasil Uji Fitokimia dengan FeCl ₃ 1%	34
4.3.2 Hasil Uji Fitokimia dengan Gelatin 2%	35
4.4 Hasil Identifikasi Gugus Fungsi Senyawa Tanin dengan FTIR	37
4.5 Hasil Uji Laju Korosi	38
4.5.1 Hasil Uji Laju Korosi pada Media Air Laut dengan Variasi Konsentrasi Inhibitor dan Waktu Perendaman	38
4.5.2 Hasil Uji Laju Korosi pada Media Asam Asetat 25% dengan Variasi Konsentrasi Inhibitor dan Waktu Perendaman	41
4.5.3 Hasil Uji Laju Korosi pada Media Air Laut dengan Variasi Suhu Perendaman	43
4.5.4 Hasil Uji Laju Korosi pada Media Asam Asetat 25% dengan Variasi Suhu Perendaman	44
4.6 Efisiensi Inhibisi	45
4.6.1 Efisiensi Inhibisi Variasi Konsentrasi Inhibitor dan Waktu Perendaman	45
4.6.2 Efisiensi Inhibisi Variasi Suhu Perendaman	47
4.7 Hasil Analisa Morfologi Permukaan Makro Baja ST 37	48
4.8 Hasil Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscope with Energy Dispersive X-ray</i>)	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Baja ST 37	9
2. Hasil Laju Korosi dalam Media HCl 10%	42
3. Hasil Analisis Kandungan Unsur pada Sampel	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Korosi Seragam.....	13
2. Korosi Galvanis.....	14
3. Korosi Sumur	14
4. Korosi Celah	15
5. Korosi Erosi	15
6. Korosi Tegangan.....	16
7. Korosi Mikrobiologi	16
8. Metode Pelapisan.....	17
9. Metode Proteksi Katodik	17
10. Pohon dan Daun Trembesi.....	20
11. Struktur Tanin	22
12. Pembentukan Senyawa Kompleks antara Tanin dengan Fe^{3+}	23
13. Rancangan Mekanisme terjadi Inhibitor Korosi	24
14. Skema Instrumen SEM	26
15. Serbuk Daun Trembesi	32
16. Ekstrak Peekat Daun Trembesi	33
17. Hasil Uji Fitokimia Senyawa Tanin dengan $FeCl_3$ 1%	34
18. Reaksi Pembentukan Senyawa Tanin dengan $FeCl_3$	35
19. Hasil Uji Fitokimia Senyawa Tanin dengan Gelatin 2%	35
20. Reaksi Tanin dengan Gelatin	36
21. Spektrum FTIR Senyawa Tanin pada Ekstrak Daun Trembesi	37

22. Grafik Laju Korosi Variasi Konsentrasi dan Waktu Perendaman	39
23. Grafik Laju Korosi pada Media Asam Asetat 25%	41
24. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Suhu Perendaman pada Media Air Laut	43
25. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Suhu Perendaman pada Media Asam Asetat 25%	44
26. Grafik Efisiensi Inhibisi Variasi Konsentrasi dan Waktu Kontak Perendaman	46
27. Grafik Efisiensi Inhibisi Variasi Suhu Perendaman.....	47
28. Foto Makro Baja ST 37 Tanpa Inhibitor Variasi Waktu Perendaman	48
29. Foto Makro Baja ST 37 Dengan Inhibitor Waktu Optimum	49
30. Morfologi Permukaan Baja ST 37 pada Variasi Suhu Perendaman	49
31. Hasil Uji SEM	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir	61
2. Bagan Kerja	62
3. Pembuatan Larutan	68
4. Perhitungan Hasil Penelitian	70
5. Tabel Hasil Penelitian	72
6. Data Hasil Analisis Penelitian	77
7. Dokumentasi Penelitian	82

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti
EDX	<i>Energy Dispersive X-ray</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
mpy	<i>mild per year</i>
SEM	<i>Scanning Electrone Microscopy</i>
ST	<i>Steel</i>
EDT	Ekstrak Daun Trembesi
ERH	<i>Epoxy Resin dan Hardener</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan perkembangan teknologi, pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang dilakukan dari tahun ke tahun mengakibatkan meningkatnya penggunaan berbagai logam seperti baja, besi, aluminium dan lain-lain (Theretwey dan Chamberlain, 1991). Baja dengan komposisi karbon yang rendah merupakan material yang banyak digunakan karena mudah didapatkan dan difabrikasi (Aprilliani dkk., 2017). Baja karbon (*carbon steel*) merupakan baja paduan yang terdiri dari 1,7% karbon (C), 1,65% mangan (Mn), 0,6% silikon (Si), 0,6% tembaga (Cu), 0,05% sulfur (S) dan 0,04% fosfor (P) (Nofri dan Taryana, 2017). Baja karbon dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan peralatan rumah tangga, kerangka bangunan, dan peralatan lainnya yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Ali dkk., 2014).

Baja karbon terbagi menjadi 3 berdasarkan kandungan karbonnya, yaitu baja karbon rendah, baja karbon medium dan baja karbon tinggi (Maulana, 2016). Penggunaan baja karbon rendah sebagai konstruksi lebih banyak digunakan dibandingkan dengan baja karbon medium dan tinggi contohnya adalah baja ST 37. Baja ST 37 merupakan material bahan bangunan yang sangat kuat dengan struktur butir yang halus dan mempunyai kekuatan tarik berkisar 37 kg/mm^2 sampai 45 kg/mm^2 . Baja ST 37 juga memiliki keuletan yang tinggi serta harga yang lebih murah dibandingkan dengan baja lainnya namun, baja ST 37 memiliki kelemahan terhadap ketahanan korosi terutama jika diaplikasikan pada lingkungan yang korosif (Nugroho, 2015; Budianto, 2015).

Korosi merupakan suatu proses degradasi material logam baik dari segi kualitas maupun kuantitas dikarenakan adanya proses reaksi kimia dengan lingkungannya. Lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya korosi antara lain lingkungan yang mengandung asam, garam dan lingkungan yang mengandung ion-ion agresif seperti Cl^- (Theretwey dan Chamberlain, 1991; Roberge, 2000). Peristiwa korosi dapat menimbulkan kerugian baik dari segi keamanan maupun ekonomi (Nugroho, 2015). Indonesia mengeluarkan biaya setiap tahunnya yang mencapai angka triliunan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan dan penggantian peralatan yang menggunakan logam (Apriliani dkk., 2017). Peristiwa korosi tidak dapat dicegah ataupun dihilangkan namun dapat dihambat dengan beberapa cara seperti pelapisan (*coating*), proteksi katodik, proteksi anodik dan penggunaan inhibitor (Mulyati, 2019; Sari dkk., 2013).

Penggunaan inhibitor korosi merupakan salah satu cara yang efektif dalam memperlambat laju korosi. Inhibitor bekerja dengan cara menyerap ion atau molekul ke dalam permukaan logam. Kinerja inhibitor dipengaruhi oleh pH, suhu dan konsentrasi (Sari dkk., 2013; Mardhani dan Harmami, 2013). Inhibitor dibagi menjadi dua berdasarkan sumbernya yaitu inhibitor anorganik dan organik.

Inhibitor anorganik biasanya menggunakan bahan kimia sintetik seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, imidazolin dan senyawa-senyawa amina yang sifatnya berbahaya, harganya relatif mahal dan tidak ramah lingkungan contohnya penggunaan fosfat sebagai inhibitor dapat menyebabkan polusi lingkungan karena meningkatkan kadar fosforus dalam air. Sifat racun pada inhibitor anorganik dapat menyebabkan kerusakan sementara ataupun permanen pada sistem organ makhluk hidup, seperti gangguan ginjal, hati serta mempengaruhi sistem kerja enzim

dalam tubuh sehingga tidak efektif untuk digunakan (Hamzah, 2006). Adapun inhibitor organik adalah inhibitor yang berasal dari ekstrak bahan alam yang mengandung tanin, alkaloid, flavonoid dan asam amino yang terdapat pada bagian tumbuhan. Karakteristik lain ekstrak bahan alam yang digunakan sebagai inhibitor korosi adalah mengandung atom N, O, P, S serta atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang memiliki pasangan elektron bebas berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks dengan logam sehingga dapat menghambat proses korosi. Penggunaan inhibitor organik memiliki kelebihan yaitu mudah didapatkan, murah dan ramah lingkungan (Sari dkk., 2013; Setiawan dan Nasrulloh, 2019). Pohon trembesi merupakan salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai inhibitor organik.

Pohon trembesi merupakan tanaman pelindung atau peneduh yang memiliki banyak manfaat pada bidang kesehatan. Pohon trembesi memiliki beberapa kandungan kimia berupa senyawa organik seperti lignin, kalsium, fosfor, karbohidrat, lemak dan protein yang terdapat didalam bijinya (Novitasari, 2014), sedangkan pada daun trembesi memiliki kandungan kimia seperti flavonoid, saponin, steroid, alkaloid, glikosida kardiak dan tanin (Sari, 2015).

Tanin merupakan zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa fenolik serta memiliki berat molekul 500-3000 g/mol (Risnasari, 2001). Tanin mengandung banyak gugus hidroksi (-OH) yang diharapkan dapat berpotensi sebagai inhibitor korosi pada logam karena ketika ion Fe^{3+} bereaksi dengan OH^- akan membentuk senyawa kompleks Fe(III)-tanin yang disebut tanat. Tanat tersebut akan melekat pada permukaan besi dan akan menghalangi atau menghambat serangan korosi pada logam (Ali dkk., 2014).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Setiawan dan Nasrulloh (2019) mengenai penggunaan ekstrak daun trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr)

sebagai inhibitor korosi untuk mereduksi laju korosi logam baja karbon. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi dengan akuades. Variabel penelitian yang digunakan adalah variasi volume inhibitor ekstrak daun trembesi yaitu (0, 3, 6, 9 dan 12) mL dan larutan HCl 10% yang digunakan sebagai media korosif yaitu (50, 47, 44, 41 dan 38) mL. Hasil yang diperoleh adalah efisiensi optimum inhibitor dihasilkan pada penambahan inhibitor sebanyak 9 mL yaitu sebesar 22,98% dengan nilai laju korosi 0,008989 cm/tahun. Kesimpulan dari penelitian ini adalah ekstrak daun trembesi dapat menurunkan laju korosi pada logam baja karbon.

Fatriah dkk. (2017) juga telah melakukan penelitian mengenai pengaruh ekstrak daun trembesi (*Samanea Saman* (Jacq.) Merr) sebagai bahan inhibitor terhadap laju korosi baja plat hitam (*base plate*) A36. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 3 hari. Variabel penelitian yang digunakan adalah variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun trembesi yaitu (0, 2, 4, 6, 8, 10 dan 12) mL dalam media korosif yang digunakan yaitu NaCl 3% dengan variasi (100, 98, 96, 94, 92, 90 dan 88) mL. Efisiensi optimum inhibitor dihasilkan pada penambahan ekstrak daun trembesi sebanyak 12 mL yaitu 76,6% dengan nilai laju korosi 0,006194 cm/tahun sedangkan nilai laju korosi pada baja tanpa penambahan inhibitor diperoleh nilai laju korosinya sebesar 0,02646 cm/tahun. Kesimpulan pada penelitian ini adalah semakin banyak penambahan inhibitor pada baja maka, nilai laju korosi yang dihasilkan semakin berkurang.

Widiyana (2020) juga telah melakukan penelitian mengenai ekstraksi senyawa tanin dari daun nipah (*nypa fruibans*) dan aplikasinya sebagai inhibitor

korosi pada baja st 37. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi dengan pelarut metanol p.a. Variabel penelitian yang digunakan adalah variasi waktu perendaman yaitu 2, 4, 6 dan 8 hari dan variasi suhu perendaman yaitu 20°C, 30°C dan 40°C dengan konsentrasi inhibitor 7% dalam medium air laut dan CH₃COOH 25%. Efisiensi optimum yang dihasilkan pada medium air laut sebesar 94% dan laju korosi sebesar 0,6939 mpy dengan suhu perendaman 20°C dan waktu perendaman 2 hari sedangkan pada medium CH₃COOH 25% efisiensi inhibisi yang diperoleh sebesar 53% dan laju korosi sebesar 88,5423 mpy dengan suhu adalah 20°C dan waktu perendaman 8 hari.

Berdasarkan paparan tersebut, telah dilakukan penelitian pemanfaatan ekstrak daun trembesi sebagai inhibitor organik pada baja ST 37. Jenis baja ST 37 banyak digunakan dalam bidang industri, rumah tangga, bidang otomotif, alat kesehatan, jembatan dan kapal dengan media air laut dan asam asetat pada interval waktu perendaman 2, 4, 6 dan 8 hari dengan suhu perendaman 20°C, 30°C dan 40°C serta menggunakan konsentrasi inhibitor terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. bagaimana pengaruh penambahan ekstrak daun trembesi terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi?
2. bagaimana struktur mikro dan makro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat?
3. bagaimana pengaruh konsentrasi inhibitor, waktu dan suhu perendaman terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur mikro dan makro baja ST 37?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi ekstrak daun trembesi sebagai inhibitor korosi pada baja ST 37 dengan memberikan perlakuan kimia pada daun trembesi dengan metode maserasi dan kehilangan berat.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. menentukan pengaruh penambahan ekstrak daun trembesi terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur mikro dan makro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat,
2. menganalisis struktur mikro dan makro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat,
3. menentukan pengaruh konsentrasi inhibitor, waktu dan suhu perendaman terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur mikro dan makro baja ST 37.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada mahasiswa, masyarakat serta instansi-instansi mengenai pemanfaatan ekstrak daun trembesi sebagai inhibitor korosi yang alami, murah dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja Karbon

Baja karbon merupakan logam paduan antara besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja sekitar 0,2% sampai 2,1%. Unsur karbon dalam baja berfungsi sebagai penguat dan keuletan pada tekstur dan permukaan baja (Rasyid, 2019). Baja tidak hanya mengandung unsur Fe dan C melainkan juga mengandung unsur lain seperti mangan (Mn), silikon (Si), fosfor (P), oksigen (O), nitrogen (N) yang berpengaruh terhadap keuletan dan kekerasan baja yang terbentuk. Unsur tersebut ada akibat proses pembuatan dan sifat alamiah pada bahan mentah yang digunakan (Alexander dkk.,1999).

Berdasarkan komposisinya, baja diklasifikasikan menjadi dua yaitu baja karbon (*Carbon steel*) dan baja paduan (*Alloy Steel*).

1. Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Baja karbon diklasifikasikan dalam 3 jenis. Pengklasifikasian ini berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja yakni sebagai berikut :

- a. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*) merupakan baja dengan kandungan unsur karbon kurang dari 0,3%. Baja jenis ini memiliki ketangguhan dan keuletan yang tinggi namun, memiliki sifat kekerasan dan ketahanan yang rendah. Umumnya, baja ini sangat banyak digunakan karena harganya yang relatif murah. Pengaplikasian baja karbon rendah diantaranya, sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, kerangka mobil dan lain-lain.

- b. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*) merupakan baja karbon yang mengandung unsur karbon sebesar 0,3% hingga 0,59%. Baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam jenis baja ini memungkinkan baja dapat dikeraskan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja jenis ini biasanya digunakan untuk pembuatan poros, rel kereta, roda gigi, baut, pegas dan komponen mesin lainnya.
- c. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*) merupakan baja dengan kandungan karbon sebesar 0,6% hingga 1,4%. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi namun memiliki keuletan yang lebih rendah. Baja karbon tinggi biasanya di aplikasikan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pisau cukur dan sebagainya.

2. Baja Paduan (*Alloy steel*)

Menurut Amanto dan Daryanto (1999), baja paduan merupakan baja yang terdiri dari campuran satu atau lebih unsur. Baja paduan diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu sebagai berikut :

- a. Baja Paduan Rendah (*Low Alloy steel*) merupakan baja paduan yang unsur paduannya $< 2,5\%$ wt.
- b. Baja Paduan Menengah (*Medium Alloy steel*) merupakan baja paduan dengan unsur paduannya 2,5% hingga 10% wt.
- c. Baja Paduan Tinggi (*High Alloy steel*) merupakan baja dengan unsur paduannya $>10\%$ wt.

2.1.1 Baja ST 37

Baja ST 37 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah (*low carbon steel*) (Nofri, 2016). Komposisi kimia pada baja ST 37 dapat dilihat pada Tabel 1

(Kirono dan Amri, 2013; Saputra dkk., 2014). Baja ST 37 memiliki sifat yang lunak, namun memiliki kekuatan yang lemah dibandingkan baja karbon medium dan baja karbon yang tinggi akan tetapi jenis baja ini memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik. Baja ST 37 merupakan baja yang penggunaannya banyak di bidang industri, contohnya sebagai konstruksi bangunan jembatan, kerangka bangunan, pembuatan baut, ulir sekrup dan lain-lain yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Junaidi, 2018).

Tabel 1. Komposisi Kimia Baja ST 37

Komponen Kimia	Kandungan (%)
Karbon (C)	0,12 %
Fosfor (P)	0,04 %
Silikon (Si)	0,80 %
Mangan (Mn)	0,50 %
Tembaga (Cu)	0,10 %
Aluminium (Al)	0,02 %
Belerang (S)	0,05 %
Besi (Fe)	98,37%

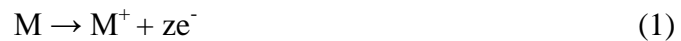
2.2 Korosi

Korosi merupakan salah satu jenis kerusakan suatu material akibat reaksi antara logam atau logam paduan dengan lingkungannya. (Jones, 1992). Korosi menimbulkan efek kerusakan baik kecil maupun besar serta penurunan daya guna pada suatu material. Peristiwa korosi dalam bidang industri dapat menimbulkan kegagalan dalam memproduksi suatu produk, seperti produk plastik transparan, pigmen, makanan, obat-obatan dan semikonduktor (Fontana dan Greene, 1978). Jenis kerusakan lain yang ditimbulkan oleh korosi adalah pada konstruksi

jembatan, kapal, mobil, bangunan, peralatan rumah tangga dan semua peralatan yang menggunakan komponen logam seperti besi, tembaga, seng, baja dan lain-lain yang dapat menimbulkan proses terjadinya korosi (Ramadhani, 2020).

Lingkungan yang dapat menimbulkan korosi meliputi lingkungan dengan udara yang lembab, larutan asam, air laut, bahan kimia, gas dan lain sebagainya (Sari, 2016). Menurut Anggaretno dkk. (2014), terdapat empat faktor utama terjadinya korosi :

1. Anoda, merupakan material yang mengalami oksidasi (logam yang korosi) dengan melepaskan elektron dari atom logam netral untuk membentuk ion. Ion ini kemudian bereaksi dan membentuk karat.



dengan z merupakan valensi logam (1,2 dan 3)

2. Katoda, bagian logam mengalami reduksi (logam yang tidak terkorosi)
3. Elektrolit, merupakan larutan yang menghantarkan arus listrik sebagai media perpindahan elektron dari anoda menuju katoda. Larutan elektrolit dapat berupa larutan asam, basa dan garam.
4. Hubungan listrik merupakan hubungan antara anoda dan katoda yang terdapat kontak listrik dan menyebabkan arus dalam sel korosi dapat mengalir.

2.2.1 Laju Korosi

Laju korosi didefinisikan sebagai besaran pengikisan yang terjadi pada suatu logam tiap satuan waktu. Perhitungan laju korosi satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy). Laju korosi dapat dihitung dengan dua cara yaitu metode elektrokimia dan metode kehilangan

berat (*weight loss*). Metode kehilangan berat diperoleh setelah menghitung kehilangan berat pada baja atau logam setelah proses pencelupan dalam suatu media korosif dilakukan. Metode kehilangan berat dilakukan dengan cara perhitungan selisih antara berat awal dan berat akhir (Afandi dkk., 2015). Menurut Asdim (2007), laju korosi dan efisiensi inhibisi (EI) dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2) dan (3) :

$$\text{Laju korosi (mm/y)} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (2)$$

Keterangan :

W = Berat sampel yang hilang (g)

K = Konstanta laju korosi ($3,45 \times 10^6$ mpy)

D = Densitas Baja (g/cm^3)

A = Luas permukaan (cm^2)

T = Waktu Perendaman (hari)

$$EI = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

EI = Efisiensi inhibisi (%)

V_{ko} = Pengurangan massa spesimen pada media korosi tanpa inhibitor ($\text{g/mm}^2 \times \text{hari}$)

V_{ki} = pengurangan massa spesimen pada media korosi dengan media inhibitor ($\text{g/mm}^2 \times \text{hari}$)

2.2.2 Faktor-Faktor Korosi

Menurut Septarina (2017), ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi, yaitu :

1. Suhu

Menurut Fogler (1992), kenaikan suhu dapat menyebabkan bertambahnya kecepatan korosi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga

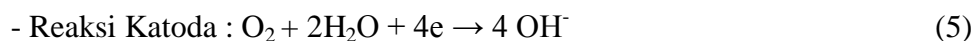
melampaui besarnya harga aktivasi yang akan mengakibatkan kecepatan laju korosi juga meningkat, begitupun sebaliknya.

2. Kecepatan Alir Fluida atau Kecepatan Pengadukan

Menurut Othmer dan Kirk (1965), laju korosi cenderung meningkat jika laju aliran fluida bertambah besar. Hal ini terjadi karena kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar, sehingga ion-ion logam akan semakin banyak yang lepas dan akan mengalami kerapuhan.

3. Oksigen

Oksigen yang terdapat di udara, akan bersentuhan langsung dengan permukaan logam yang lembab sehingga kemungkinan terjadinya korosi lebih besar (Djaprie, 1995). Purnomo (2015), menyatakan bahwa kandungan oksigen yang terdapat dalam larutan akan mempengaruhi laju korosi, semakin banyak kandungan oksigen maka laju korosi juga akan semakin meningkat. Reaksi korosi pada besi yang terdapat kandungan oksigennya secara umum adalah :



4. Konsentrasi Bahan Korosif

Faktor ini juga berhubungan dengan pH suatu larutan. Larutan yang bersifat asam bersifat sangat korosif terhadap logam dan lebih cepat terjadi korosi karena merupakan reaksi anoda, sedangkan untuk larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu bersamaan dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995).

5. Waktu Kontak

Laju korosi berhubungan erat dengan waktu kontak, semakin lama logam berinteraksi dengan lingkungan korosif maka semakin tinggi tingkat

korosifitasnya. Penambahan inhibitor dalam media korosif dapat menurunkan laju korosi menjadi lebih rendah. Namun, kemampuan inhibitor menurunkan laju korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu karena semakin lama waktu kontak inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan (Uhlig, 1958).

6. Adanya Mikroba

Mikroba yang terdapat pada permukaan logam berpengaruh terhadap kecepatan laju korosi dikarenakan mikroba mampu mendegradasi logam untuk memperoleh energi yang berguna untuk menunjang kehidupannya.

2.2.3 Jenis-Jenis Korosi

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab terjadinya korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi maupun jenis material yang diserang, korosi dapat diklasifikasikan menjadi beberapa yaitu :

1. Korosi Seragam (*Uniform Corrosion*)

Korosi jenis ini merupakan korosi yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi secara seragam pada permukaan logam. Efek yang ditimbulkan adalah material akan mengalami penipisan pada permukaan dan akhirnya akan mengalami kegagalan karena tidak mampu menahan beban. Korosi seragam dapat dikendalikan dengan pemilihan material (termasuk *coating*), penggunaan proteksi katodik dan penambahan inhibitor. Contoh korosi seragam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Korosi Seragam (Utomo, 2009)

2. Korosi Galvanik (*Corrosion Galvanic*)

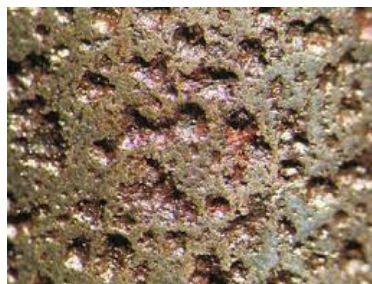
Korosi galvanik merupakan korosi yang disebabkan adanya perbedaan potensial antara dua logam yang berada pada media korosif yang sama. Efek yang ditimbulkan dari korosi galvanik adalah logam yang memiliki ketahanan rendah terhadap korosi akan mengalami peningkatan laju korosi dibandingkan logam yang memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap korosi. Contoh korosi galvanis dapat dilihat pada Gambar 2. Korosi galvanik dapat dikendalikan dengan penggunaan material yang sama atau menggunakan kombinasi material yang memiliki sifat galvanis yang mirip, menggunakan insulasi pada sambungan antara logam, serta penambahan inhibitor.



Gambar 2. Korosi Galvanis (Utomo, 2009)

3. Korosi Sumur (*Pitting Corrosion*)

Korosi sumur merupakan korosi yang disebabkan karena adanya serangan korosi lokal pada permukaan logam, akibatnya terbentuk cekungan atau lubang pada permukaan logam. Contoh korosi sumur sapat dilihat pada Gambar 3. Korosi sumur juga terjadi pada baja tahan karat karena rusaknya lapisan pelindung (*passive film*) akibat komposisi logam yang tidak homogen dan pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur.



Gambar 3. Korosi Sumur (Sunandrio dan Sari, 2011)

4. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi celah merupakan korosi yang biasa terjadi pada sela-sela sambungan logam yang sejenis atau retakan yang terdapat dipermukaan logam. Hal ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi ion atau oksigen diantara celah dengan lingkungannya. Celah atau tidak beraturannya permukaan seperti celah paku keeling (*rivet*), baut, gasket, deposit dan sebagainya yang bersentuhan dengan media korosi dapat menyebabkan korosi terlokalisasi. Contoh korosi celah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Korosi Celah (Utomo, 2009)

5. Korosi Erosi (*Erosion Corrosi*)

Korosi erosi disebabkan karena keausan dan menimbulkan bagian-bagian yang tajam dan kasar, bagian ini yang akan mudah terjadi korosi. Korosi erosi juga diakibatkan karena fluida, bagian fluida yang kecepatan alirannya rendah mengakibatkan laju korosi yang rendah sedangkan fluida dengan kecepatan tinggi menyebabkan terjadinya erosi dan dapat menggerus lapisan pelindung sehingga mempercepat terjadinya korosi. Jenis korosi ini dapat diperlambat dengan menghindari aliran fluida yang cepat, *coating*, memilih bahan yang sama dan penambahan inhibitor. Contoh korosi erosi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Korosi Erosi (Utomo, 2009)

6. Korosi Tegangan (*Stress Corrosion*)

Korosi ini terjadi karena material yang berubah bentuk karena adanya perlakuan khusus seperti diregang, ditekuk dan lain-lain, sehingga menyebabkan material menjadi tegang dan material ini mudah bereaksi dengan lingkungan yang menyebabkan terjadinya korosi. Jenis korosi ini dapat diperlambat dengan penambahan inhibitor. Korosi tegangan pada dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Korosi Tegangan (Utomo, 2009)

7. Korosi Mikrobiologi

Korosi jenis ini terjadi karena adanya mikroorganisme yang mempengaruhi korosi seperti bakteri, jamur, alga dan *protozoa*. Contoh korosi mikrobiologi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Korosi Mikrobiologi (Utomo, 2009)

8. *Selective Leaching*

Korosi jenis ini berhubungan dengan terlepasnya unsur-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari campuran logam paduan, seperti *desinification* yaitu lepasnya unsur seng (Zn) dari paduan tembaga (Sari, 2016).

2.2.4 Pengendalian Korosi

Korosi pada material yang berbahan logam, besi, baja dan lain-lain tidak dapat dicegah ataupun dihindari, namun dapat dikendalikan dengan seminimal mungkin. Menurut Septarina (2017), terdapat 3 cara yang biasa digunakan yaitu :

1. Pengendalian Korosi dengan Metode Pelapisan (*Coating*)

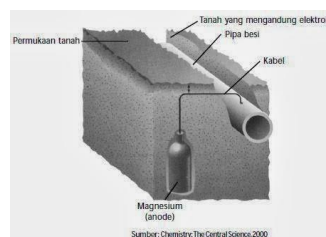
Metode pelapisan biasanya dilakukan dengan pengecatan atau penyepuhan logam. Penyepuhan pada suatu material umumnya menggunakan logam krom atau timah. Krom dan timah dapat membentuk lapisan oksida pada permukaan suatu material yang tahan terhadap karat (pasivasi) sehingga material tersebut tidak mudah terserang korosi. Metode pelapisan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Metode Pelapisan (Septarina, 2017)

2. Pengendalian Korosi dengan Proteksi Katodik

Metode proteksi katodik biasanya digunakan untuk material yang ditanam dalam tanah seperti pipa Pertamina, pipa ledeng, dan tanki penyimpanan BBM. Menurut Jones (1997), metode ini umumnya menggunakan logam Mg sebagai reduktor karena Mg lebih reaktif dari besi sehingga Mg akan teroksidasi lebih dahulu, sehingga besi tidak mudah terserang korosi. Proses proteksi katodik dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Metode Proteksi Katodik (Jones, 1997)

3. Pengendalian Korosi dengan Proteksi Anodik

Metode proteksi anodik didasarkan pada sifat pasif dari suatu logam jika logam berada pada lingkungan korosif. Sifat pasif pada logam dapat dibentuk dengan cara mempolarisasikan potensial sistem dari potensial korosi alami ke potensial yang lebih tahan terhadap korosi.

4. Pengendalian Korosi dengan Inhibitor

Inhibitor didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit dapat menurunkan serangan korosi terhadap logam. Inhibitor bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam atau besi. Penggunaan inhibitor merupakan solusi terbaik hingga saat ini, karena penggunaannya yang sederhana. Inhibitor bahkan mampu memberikan perlindungan pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi. Keuntungan penggunaan inhibitor adalah dapat menaikkan umur bahan atau struktur, mencegah berhentinya suatu proses produksi, mencegah kecelakaan yang diakibatkan korosi dan lain sebagainya (Nugroho, 2015).

2.3 Inhibitor

Inhibitor berdasarkan sumbernya terbagi menjadi dua yaitu inhibitor organik dan anorganik. Pada umumnya, penggunaan inhibitor anorganik tidak disarankan karena bahan kimia sintetik yang digunakan seperti kromat, nitrit, silikat, sodium nitrit, imidazolin dan fosfat bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan. Penggunaan sodium nitrit sebagai inhibitor harus dengan konsentrasi yang tinggi yaitu berkisar 300-500 mg/L, hal ini menjadikannya sebagai inhibitor yang tidak ekonomis. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan kromat dan seng sebagai inhibitor bersifat toksik serta fosfat dianggap sebagai

polusi lingkungan karena meningkatkan kadar fosforus dalam air. Oleh karena itu, inhibitor yang murah dan ramah terhadap lingkungan saat ini sangat diperlukan (Setowati dkk., 2020) Inhibitor organik merupakan inhibitor yang berasal dari ekstrak bagian tumbuhan yang mengandung tanin, alkaloid, asam amino dan flavonoid serta bersifat non-toksik. (Yetri dkk., 2016).

Penggunaan inhibitor organik dapat dijadikan sebagai solusi terbaik untuk menghindari penggunaan bahan kimia sintetik yang dapat merusak lingkungan. Syarat ekstrak bahan alam yang digunakan adalah memiliki atom N, O, P, S dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas yang berfungsi sebagai ligan dan membentuk senyawa kompleks dengan logam atau besi. Penambahan inhibitor akan meningkatkan polarisasi anoda, meningkatkan polarisasi katoda dan meningkatkan (Haryono dkk., 2010).

Menurut Sari (2016), mekanisme kerja inhibitor dibedakan menjadi 4 yaitu :

1. inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam atau besi kemudian membentuk suatu lapisan yang tipis sebagai penghalang dari serangan korosi karena adanya kombinasi antara ion inhibitor dan logam
2. inhibitor bekerja dengan pengaruh lingkungannya seperti pengaruh pH yang menyebabkan inhibitor mengendap kemudian teradsorpsi pada permukaan logam dan melindunginya dari serangan korosi
3. inhibitor juga bekerja dengan mengkorosikan terlebih dahulu logam atau besi dan menghasilkan suatu zat kimia, selanjutnya mengalami peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut dan membentuk lapisan pasif pada permukaan logam
4. menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungan.

2.4 Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr)

Trembesi merupakan spesies pohon berbunga dalam keluarga kacang polong yang dapat tumbuh di daerah tropis dan berasal dari Amerika Latin yaitu Venezuela, Meksiko Selatan, Peru dan Brazil (Suryowinoto, 1997). Trembesi juga disebut sebagai pohon Ki hujan karena kemampuannya dalam menyerap air yang sangat kuat sehingga tajuknya selalu meneteskan air. Jenis tanaman ini masuk pertama kali di Tanah Melayu pada tahun 1876 dan banyak dimanfaatkan sebagai pohon pelindung atau peneduh. Menurut Cronquist (1981), taksonomi trembesi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Regnum : Plantae
Divisio : Magnoliophyta
Sub Diviso : Spermatophyta
Classis : Magnoliopsida
Sub Classis : Rosidae
Ordo : Fabales
Familia : Fabaceae
Genus : *Samanea*
Spesies : *Samanea saman* (Jacq.) Merr

2.4.1 Morfologi dan Manfaat Trembesi



Gambar 10. Pohon dan Daun Trembesi (Lubis, 2013)

Pohon trembesi dapat mencapai ketinggian rata-rata 30-40 m dengan tajuk lebar menyerupai payung. Trembesi juga disebut sebagai pohon pukul 5 karena daunnya yang akan mekar pada saat matahari terbit. Bentuk daunnya majemuk dengan panjang tangkai sekitar 7-15 cm. Lebar daunnya sekitar 4-5 cm berwarna hijau tua. Tekstur bagian bawah daun menyerupai beludru. Memiliki bunga berwarna putih dan terdapat bercak merah pada bagian bulu atasnya serta memiliki buah yang berbentuk panjang lurus agak melengkung dengan panjang 10-20 cm. Buahnya berwarna coklat kehitam-hitaman saat matang. Bentuk dari pohon dan daun trembesi dapat dilihat pada Gambar 10 (Lubis, 2013).

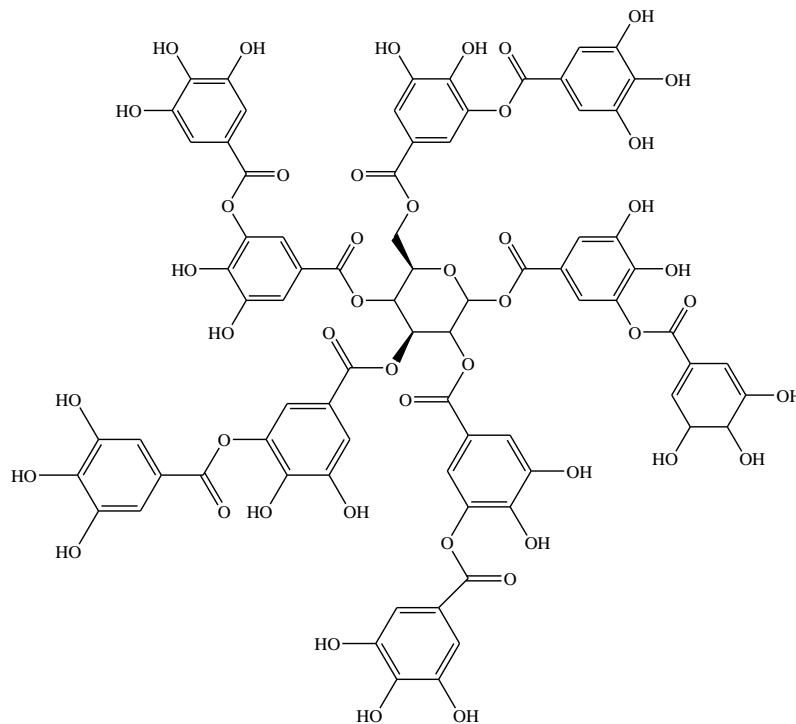
Trembesi merupakan tanaman yang memiliki kemampuan menyerap karbondioksida dari udara yang sangat besar yaitu sebesar 28.488,39 kg CO₂ setiap tahunnya. Trembesi juga memiliki banyak manfaat yaitu bagian akarnya dapat dimanfaatkan sebagai obat pencegah kanker. Daun trembesi dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional seperti diare, demam dan sakit kepala. Ekstrak daun trembesi memiliki kandungan antimikroba terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Candida albican*. Hasil analisis fitokimia pada daun trembesi menunjukkan bahwa positif mengandung senyawa tanin, flavonoid, saponin, steroid dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut dapat menurunkan serangan korosi pada logam atau besi, salah satunya adalah senyawa tanin dapat menghambat reaksi korosi pada logam dalam lingkungan korosif (Lubis, 2013). Menurut Sangeetha (2011), tanin merupakan senyawa metabolit yang efisien dan efektif dalam mengatasi korosi pada logam.

2.5 Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang tidak beracun, ramah lingkungan serta larut dalam air dan pelarut organik yang bersifat polar seperti

etanol. Tanin memiliki berat molekul berkisar antara 500-3000 g/mol (Risnasari, 2001). Tanin banyak terdapat dalam tumbuhan pada bagian kulit pohon, kayu, daun, akar dan buah dengan struktur seperti pada Gambar 11.

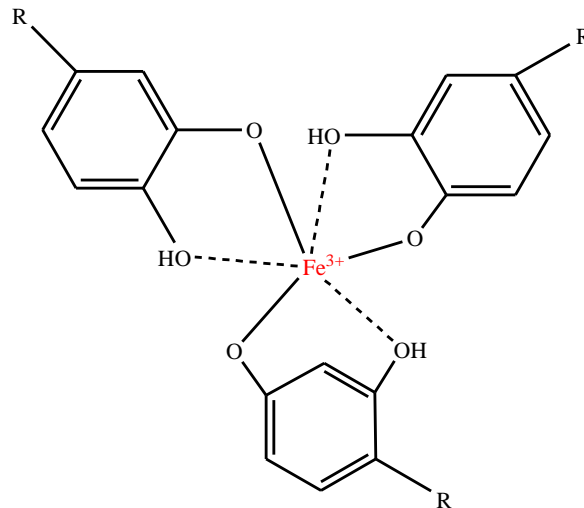
Secara kimia terdapat dua jenis tanin yaitu tanin terkondensasi (Proantosianidin) dan tanin terhidrolisis (*Hydrolyzable tannin*) (Harborne, 1987). Kedua jenis tanin tersebut akan menunjukkan perubahan warna yang berbeda jika direaksikan dengan FeCl_3 . Tanin terkondensasi akan menghasilkan warna hijau kehitaman atau hijau kecokelatan sedangkan tanin terhidrolisis akan menghasilkan warna biru kehitaman (Etherington, 2002).



Gambar 11. Struktur Tanin (Casey, 2006)

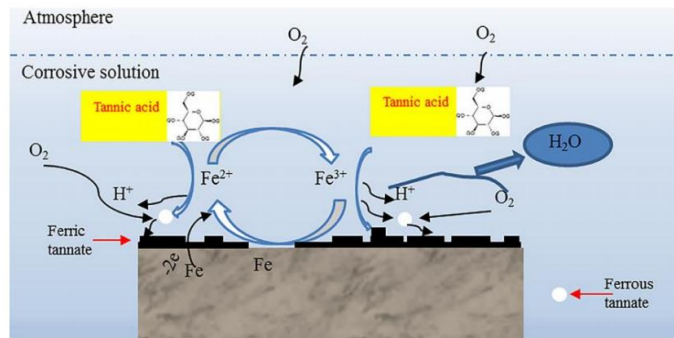
Struktur tanin mengandung gugus OH^- pada cincin aromatik, sehingga tanin dapat membentuk khelat dengan besi dan kation logam lainnya yang terlihat pada Gambar 12. Tanat besi dapat terbentuk dengan baik karena tanin

terhidrolisis, ketika ion Fe^{3+} bereaksi dengan OH^- dan akan terbentuk senyawa kompleks tanat besi berwarna biru-hitam. Tanat tersebut akan melekat pada permukaan besi dan akan menghalangi atau menghambat serangan korosi pada besi (Peres, 2012; Pramudita dkk., 2020).



Gambar 12. Senyawa Kompleks antara Tanin dengan Fe^{3+} (Pramudita dkk., 2020)

Mekanisme inhibisi korosi oleh senyawa kompleks Fe-tanat terlihat pada Gambar 13. Asam tanat dapat mempercepat proses korosi dengan menurunkan pH kemudian membentuk kompleks dengan besi. Proses pelarutan karbon anodik terjadi proses oksidasi dari Fe menjadi Fe^{2+} kemudian Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} oleh oksigen. Fe^{3+} direduksi kembali menjadi Fe^{2+} melalui kontak dengan logam besi pada pori-pori sehingga muncul perubahan warna (Rochmat dkk., 2016). Asam tanat bekerja dengan tiga cara yaitu pertama, tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe^{2+} menjadi ferro tanat yang mudah teroksidasi menjadi ferrit tannat jika ada oksigen. Kedua, tanin dapat bereaksi langsung dengan ion Fe^{3+} membentuk ferrit tannat. Ketiga, kemampuan sifat reduksi dari tanin, Fe_2O_3 dapat direduksi menjadi ion Fe^{2+} (Xu dkk., 2019).



Gambar 13. Rancangan Mekanisme Terjadi Inhibitor Korosi (Rochmat dkk., 2019)

2.6 Karakterisasi

Korosi dan kekerasan pada suatu logam dipengaruhi oleh komponen penyusun bahan, untuk mengetahui hal tersebut analisis dan karakterisasi bahan perlu dilakukan. Penelitian ini menggunakan instrumen FTIR, SEM yang dilengkapi dengan EDX untuk analisis dan karakterisasinya.

2.6.1 FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Spektroskopi inframerah atau *fourier transform infrared* (FTIR) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis senyawa berdasarkan spektra absorpsi sinar inframerahnya. Metode ini dapat menentukan komposisi gugus fungsi senyawa sehingga membantu memberikan informasi untuk penentuan struktur molekul bahan yang dianalisis (Sibilia, 1996). FTIR banyak digunakan untuk mengkarakterisasi senyawa bahan kimia organik dan anorganik yang didasarkan pada vibrasi ikatan molekular serta tipe ikatan molekular (Hayati, 2007). Daerah radiasi inframerah dibagi menjadi tiga yaitu daerah inframerah dekat dengan panjang gelombang berkisar $4000-1280\text{ cm}^{-1}$ atau $0,78-25\text{ }\mu\text{m}$, daerah inframerah tengah dengan panjang gelombang berkisar $4000-400\text{ cm}^{-1}$ atau $2,5-25\text{ }\mu\text{m}$ serta daerah inframerah jauh dengan panjang gelombang berkisar $400-10\text{ cm}^{-1}$ atau $25-1000\text{ }\mu\text{m}$ (Khopkar, 2003).

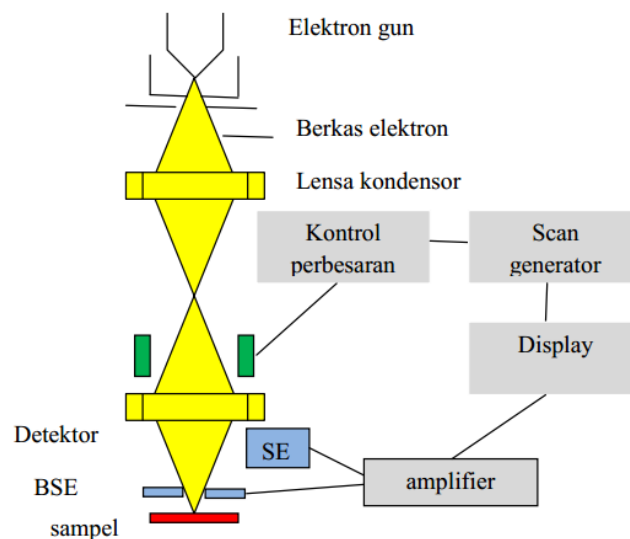
Prinsip kerja spektrofotometer inframerah adalah fotometri, dimana sinar yang berasal dari sumber sinar inframerah merupakan gabungan dari beberapa panjang gelombang yang berbeda-beda. Sinar yang melalui interferometer akan difokuskan pada tempat sampel dan sinar yang ditransmisikan oleh sampel difokuskan pada detektor. Perubahan intensitas sinar akan menghasilkan suatu gelombang interferens, gelombang ini akan diubah menjadi sinyal oleh detektor, kemudian diperkuat oleh penguat, lalu akan diubah menjadi sinyal digital. Sistem optik pada FTIR, dimana radiasi laser diinterferensikan dengan radiasi inframerah agar sinyal pada radiasi inframerah diterima oleh detektor secara utuh.

2.6.2 SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

SEM (*Scanning electron microscopy*) merupakan jenis mikroskop elektron yang dapat mengamati dan menganalisis karakteristik struktur mikro pada permukaan spesimen dengan sinar elektron yang berenergi tinggi dalam *scan* pola raster. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi dibanding cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi 0,1-0,2 nm. Elektron akan berinteraksi dengan atom-atom sampai menghasilkan sinyal yang dapat memberikan informasi tentang topografi permukaan spesimen, komposisi dan karakteristik lainnya (Wijayanto dan Bayuseno, 2014).

Prinsip kerja SEM dapat dilihat pada Gambar 14. Dua sinar elektron digunakan secara simultan. Satu *strike specimen* digunakan untuk menguji dan *strike* yang lain merupakan CRT (*Cathode Ray Tube*) memberi tampilan yang dapat dilihat oleh operator. Tumbukan yang terjadi pada spesimen menghasilkan satu jenis elektron dan emisi foton. Sinyal yang terpilih dikoleksi, dideteksi dan

dikuatkan untuk memodulasi tingkat keterangan dari sinar elektron yang kedua, maka sejumlah besar sinar akan menghasilkan bintik gelap. SEM menggunakan prinsip *scanning*, artinya berkas elektron diarahkan dari titik ke titik pada objek dan gerakan ini menyerupai gerakan membaca yang biasanya disebut dengan *scanning*.



Gambar 14. Diagram SEM (Sujatno dkk., 2015)

SEM (*Scanning electron microscopy*) yang dilengkapi dengan EDX (*Energy Dispersive Spectroscopy*) merupakan instrumen yang digunakan untuk menganalisis unsur atau karakterisasi kimia dari spesimen. Kemampuan untuk mengkarakterisasi berbanding lurus dengan sebagian besar prinsip dasar yang menyatakan bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik dan merupakan ciri khas dari struktur atom unsur tersebut sehingga memungkinkan sinar-X untuk mengidentifikasinya (Wijayanto dan Bayuseno, 2014). Hasil yang diterima berupa grafik puncak-puncak tertentu yang mewakili unsur yang terkandung pada spesimen. EDX juga dapat digunakan untuk menganalisis secara kuantitas dari persentase masing-masing unsur yang terbaca (Giri, 2016).