



**PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI MERAH
TERHADAP LAJU KOROSI BAJA A131
PADA AIR LAUT**

SKRIPSI

Oleh

M. Luki Yudha Akhsan

NIM 101910101017

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI MERAH
TERHADAP LAJU KOROSI BAJA A131
PADA AIR LAUT**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Mesin
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

M. Luki Yudha Akhsan

NIM 101910101017

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2015

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT. Saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Ayah dan almarhumah ibunda tercinta yang selalu tiada lelah mendidik dan menasehatiku, kakak dan adikku tersayang, serta saudara-saudaraku semua. Terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, doa, pengorbanan, motivasi dan bimbingan kalian semua demi terciptanya insan manusia yang beriman, bertaqwa, berakhlak mulia, dan berguna bagi bangsa negara. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian berikan.
2. Seluruh Guru dari Sekolah Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar dan ikhlas.
3. Almamaterku Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil, tetapi berusaha menjadi manusia yang berguna bagi orang lain (Albert Einstein)

Berbuatlah baik pada sesama, lakukan apa yang bisa kita lakukan untuk meringankan beban mereka. Sebaik-baiknya manusia diantara kalian adalah yang paling banyak memberikan manfaat bagi orang lain (H.R Bukhori)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Luki Yudha Akhsan

NIM : 101910101017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah terhadap Laju Korosi Baja A131 pada Air Laut” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Desember 2015

Yang menyatakan,

(M. Luki Yudha Akhsan)

NIM 101910101017

SKRIPSI

**PENGARUH INHIBITOR EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI MERAH
TERHADAP LAJU KOROSI BAJA A131
PADA AIR LAUT**

Oleh

M. Luki Yudha Akhsan
NIM 101910101017

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Hary Sutjahjono., S.T., M.T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. FX. Kristianta., M. Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah terhadap Laju Korosi Baja A131 pada Air Laut" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 16 Desember 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



Hary Sutuhjono, S.T.,M.T.
NIP 19681205 199702 1 002

Sekretaris,



Ir. F.X. Kristianta, M. Eng.
NIP 19650120 200112 1 001

Anggota I,



Sumarji, S.T.,M.T.
NIP 19680202 199702 1 001

Anggota II,



Aris Zainul Muttaqin, S.T.,M.T.
NIP 19681207 199512 1 002



Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,



Widyone Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah terhadap Laju Korosi Baja A131 pada Air Laut; M. Luki Yudha Akhsan, 101910101017; 2015, 91 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Baja merupakan bahan yang masih menjadi pilihan utama dalam bidang konstruksi. Salah satu penggunaan baja adalah pada lambung dan sistem ballast kapal laut. Masalah terpenting yang muncul dalam sistem ballast pada kapal laut adalah tentang proses korosi yang terjadi karena adanya air laut. Dewasa ini telah banyak dikembangkan mengenai berbagai cara untuk mengatasi masalah korosi. Metode yang tepat untuk perlindungan sistem ballast pada kapal laut dari serangan korosi adalah pemberian inhibitor. Inhibitor yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari ekstrak daun jambu biji merah. Penelitian ini bertujuan untuk mencari titik optimum konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji merah apabila nantinya diaplikasikan pada perlindungan sistem ballast pada kapal laut.

Metode perhitungan laju korosi yang digunakan adalah metode weight loss sesuai dengan ASTM G1 (Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens). Spesimen uji yang digunakan berukuran panjang 10 mm, lebar 10 mm dan tebal 5 mm sesuai dengan ASTM G31-72 (Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal). Variasi konsentrasi inhibitor terdiri dari 0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm. Sedangkan lama waktu perendaman terdiri dari 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 35 hari.

Hasil penelitian ini didapat laju korosi yang variatif. nilai laju korosi mempunyai karakter yang sama pada hampir di semua variasi konsentrasi, yaitu mengalami penurunan dari lama waktu perendaman 7 hari ke lama perendaman 14 hari kemudian mengalami kenaikan pada hari ke 21 dan menurun kembali pada lama perendaman 28 dan 35 hari. Laju korosi tertinggi didapat pada konsentrasi 0 ppm pada lama perendaman 7 hari yaitu sebesar 6.28092 mpy. Sedangkan laju korosi terendah didapat pada konsentrasi 2000 ppm pada lama perendaman 14 hari dengan nilai 1,86409 mpy.

Efisiensi inhibisi yang terendah terjadi pada konsentrasi 3000 ppm pada lama waktu perendaman 7 hari, yaitu sebesar 32.85% dan efisiensi tertinggi terjadi pada konsentrasi 2000 ppm dengan lama waktu perendaman 14 hari, yaitu sebesar 61,06%.

SUMMARY

Effect of Inhibitors Red Guava Leaf Extract to Corrosion Rate Steel A131 in Sea Water; M. Luki Yudha Akhsan, 101910101017; 2015, 91 pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Steel is a material that is still the main choice in the field of construction. One is the use of steel in the hull and ballast system ships. The most important issues that arise in the ballast system on the ship is on the process of corrosion that occurs because of the sea water. Today has been developed regarding the various ways to overcome the problem of corrosion. Appropriate methods for protection systems in the ballast of ships from corrosion attack is the provision inhibitor. Inhibitor used in this study is made of guava leaf extract of red. This study aims to find the optimum point inhibitor concentration guava leaf extract of red when the system will be applied to the protection of ballast on ships.

Corrosion rate calculation method used is the method of weight loss according to ASTM G1 (Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens). The test specimens used a length of 10 mm, a width of 10 mm and a thickness of 5 mm in accordance with ASTM G31-72 (Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal). Inhibitor concentration variations consisting of 0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm and 3000 ppm. While the length of time of immersion is composed of 7 days, 14 days, 21 days, 28 days and 35 days.

The research results obtained corrosion rates varied. corrosion rate value has the same character in almost all variations of concentration, which decreased from a long soaking time soaking time 7 days to 14 days and then increased on day 21 and decreased back to the soaking period 28 and 35 days. The highest corrosion rate obtained at a concentration of 0 ppm to 7 days soaking time that is equal to 6.28092 mpy. While the lowest corrosion rate obtained at a concentration of 2000 ppm at 14 days with less soaking time value of 1.86409 mpy.

Efficiency lowest inhibition occurs at a concentration of 3000 ppm in the long immersion time of 7 days, which amounted to 32.85% and the highest efficiency occurs at a concentration of 2000 ppm by long immersion time of 14 days, which amounted to 61.06%.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah terhadap Laju Korosi Baja A131 pada Air Laut”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

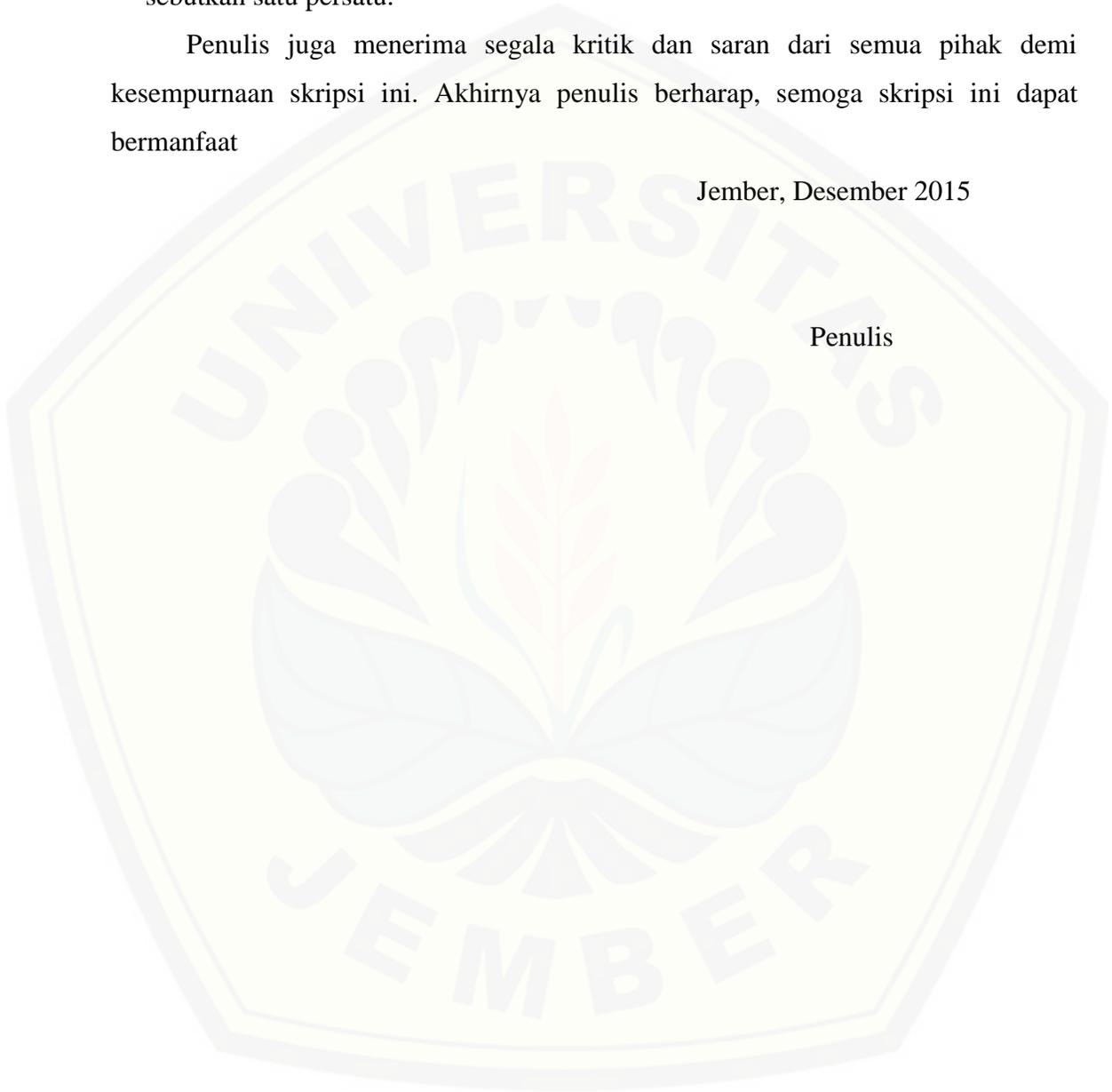
1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Hari Arbiantara., S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Hary Sutjahjono., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak Ir. FX. Kristianta, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Sumarji, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Aris Zainul Muttaqin, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah banyak sekali memberikan saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang lebih sempurna dalam penulisan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Digdo Listyadi Setiawan, M. Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang banyak membantu penulis selama menjalani masa perkuliahan;
6. Seluruh Dosen Universitas Jember khususnya Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
7. Seluruh teman-teman Mech-X (Teknik Mesin angkatan 2010) yang telah memberikan kontribusi, dukungan, ide yang inspiratif, dan kritikan yang konstruktif. Terimakasih atas semua kontribusi yang kalian berikan;

8. Teman-teman kos dan teman-teman diluar bangku perkuliahan serta semua pihak yang telah membantu saya dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Desember 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
PEMBIMBING	v
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	4
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja A131 GRADE AH36	5
2.2 Definisi dan Prinsip Dasar Korosi	6
2.3 Faktor Penyebab Terjadinya Korosi	9
2.3.1 Sifat Material.....	9
2.3.2 Faktor Lingkungan.....	10

2.4 Jenis-Jenis Korosi	12
2.5 Air Laut	18
2.6 Pengendalian Korosi	21
2.7 Inhibitor	22
2.7.1 Mekanisme Kerja Inhibitor	22
2.7.2 Jenis Inhibitor Menurut Bahan Dasarnya.....	23
2.7.3 Jenis Inhibitor Menurut Reaksi yang dihambat.....	24
2.7.4 Beberapa Masalah dalam Penggunaan Inhibitor	25
2.8 Tanin	27
2.9 Jambu Biji	28
2.10 Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor	31
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Metode Penelitian	34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.3 Alat dan Bahan	34
3.3.1 Alat.....	34
3.3.2 Bahan.....	35
3.4 Prosedur Penelitian	35
3.5 Pelaksanaan Penelitian	36
3.5.1 Persiapan Alat.....	36
3.5.2 Persiapan dan Pembuatan Spesimen Uji	36
3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Jambu Biji Merah.....	37
3.5.4 Pengkorosian Material.....	38
3.5.5 Pengamatan Mekanisme Kerja Inhibitor.....	39
3.5.6 Pengambilan dan Pembersihan Material	39
3.5.7 Pengamatan Metallography	40
3.6 Analisis Data	41
3.6.1 Analisis dengan Metode Gravimetri.....	41
3.6.2 Pengambilan Data.....	42

3.7 Variabel Penelitian	43
3.7.1 Variabel Bebas.....	43
3.7.2 Variabel Terikat.....	44
3.8 Hipotesis	44
3.9 Diagram Alir Proses	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Pembuatan Ekstrak Pekat Daun Jambu Biji Merah	47
4.2 Pembentukan Spesimen Uji	48
4.3 Pembuatan Medium Korosif	49
4.4 Analisis Laju Korosi	50
4.4.1 Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 0 ppm.....	50
4.4.2 Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 1500 ppm.....	52
4.4.3 Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 2000 ppm.....	54
4.4.4 Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 2500 ppm.....	56
4.4.5 Analisis Laju Korosi Pada Konsentrasi 3000 ppm.....	58
4.4.6 Analisis Laju Korosi Pada Berbagai Variasi Konsentrasi ...	60
4.5 Analisis Efisiensi Inhibitor Ekstrak daun Jambu Biji Merah	61
4.6 Pengamatan Metalografi	63
4.6.1 Analisis struktur Makro	63
4.6.2 Analisis struktur Mikro.....	65
4.7 Uji Statistik	68
BAB 5. PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	75

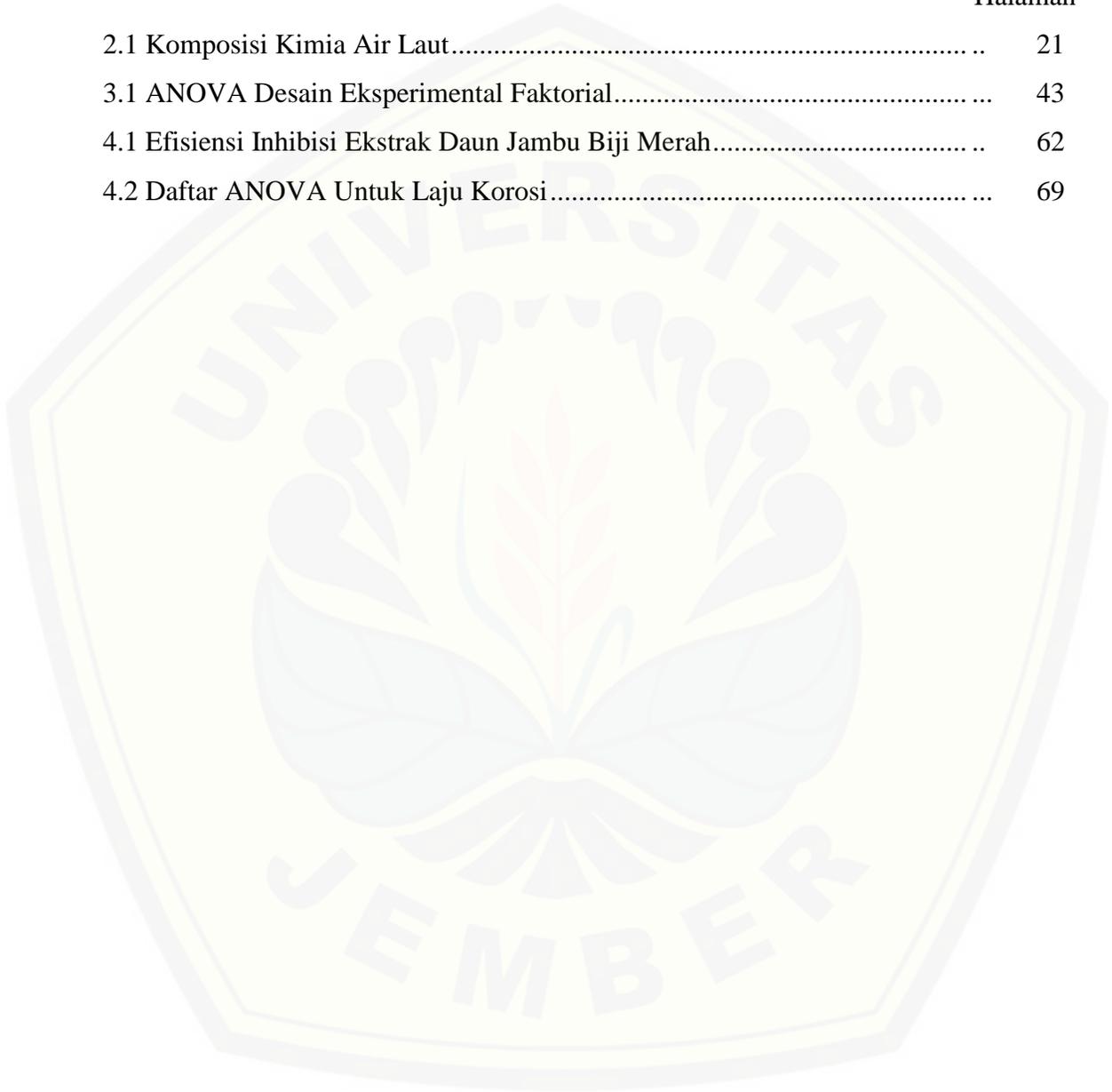
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Korosi Seragam Pada Pipa Ballast.....	5
2.2 Sel Korosi.....	9
2.3 Korosi Galvanis.....	13
2.4 Korosi Lelah.....	13
2.5 Korosi Tegangan.....	14
2.6 Korosi Erosi	14
2.7 Korosi Celah.....	15
2.8 Korosi Mikrobiologi.....	16
2.9 Korosi Sumuran.....	16
2.10 Skema Korosi Antar Batas Butir.....	17
2.11 Pengaruh Kandungan NaCl Terhadap Laju Korosi Besi	20
2.12 Struktur Inti Tanin.....	27
2.13 Daun dan Buah Jambu Biji Merah	29
2.14 Struktur Kimia Senyawa Yang Terkandung Dalam Daun Jambu Biji Merah..	30
2.15 Grafik Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja API 5L...	32
2.16 Grafik Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja SS 304 ..	33
3.1 Penampang Spesimen Uji	37
3.2 Wadah Medium Korosif.....	39
3.3 Diagram Alir Peneltian	45
4.1 Ekstrak Pekat Daun Jambu Biji Merah	48
4.2 Foto Spesimen Uji.....	48
4.3 Berbagai Konsentrasi Medium Perendaman.....	49
4.4 Pengaruh Konsentrasi 0 ppm Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 GRADE AH36.....	50
4.5 Perendaman Spesimen Uji Pada Konsentrasi 0 ppm dan Waktu Perendaman 14 Hari.....	51

4.6 Pengaruh Konsentrasi 1500 ppm Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 GRADE AH36	52
4.7 Perendaman Spesimen Uji Pada Konsentrasi 1500 ppm Dan Waktu Perendaman 14 Hari	53
4.8 Pengaruh Konsentrasi 2000 ppm Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 GRADE AH36	54
4.9 Perendaman Spesimen Uji Pada Konsentrasi 2000 ppm Dan Waktu Perendaman 14 Hari	55
4.10 Pengaruh Konsentrasi 2500 ppm Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi	56
4.11 Perendaman Spesimen Uji Pada Konsentrasi 2500 ppm Dan Waktu Perendaman 14 Hari	57
4.12 Pengaruh Konsentrasi 3000 ppm Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 Grade AH36	58
4.13 Perendaman Spesimen Uji Pada Konsentrasi 3000 ppm Dan Waktu Perendaman 14 Hari	59
4.14 Pengaruh Berbagai Variasi Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 GRADE AH36	60
4.15 Efisiensi Inhibisi Berbagai Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji Merah Terhadap Laju Korosi Baja A131 GRADE AH36	62
4.16 Foto Spesimen Uji Sebelum Perendaman	63
4.17 Foto Makro Spesimen Setelah Perendaman 21 Hari Pada Konsentrasi 1500 ppm.....	64
4.18 Foto Makro Spesimen Setelah Perendaman 21 Hari Pada Konsentrasi 2000 ppm	64
4.19 Foto Mikro Spesimen Uji Perbesaran 400X Sebelum Perendaman.....	65
4.20 Foto Mikro Spesimen Uji Perbesaran 400X Pada Konsentrasi 0 ppm	66
4.21 Foto Mikro Spesimen Uji Perbesaran 400X Pada Konsentrasi 2000 ppm.....	67
4.22 Foto Mikro Spesimen Uji Perbesaran 400X Pada Konsentrasi 3000 ppm....	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Air Laut.....	21
3.1 ANOVA Desain Eksperimental Faktorial.....	43
4.1 Efisiensi Inhibisi Ekstrak Daun Jambu Biji Merah.....	62
4.2 Daftar ANOVA Untuk Laju Korosi.....	69



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Alat Penelitian	75
B. Bahan Penelitian.....	78
C. Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Merah.....	79
D. Tabel pengambilan data weight loss pada baja A131	
GRADE AH36 setelah dilakukan perendaman.....	80
D.1 Laju Korosi pada konsentrasi 0 ppm.....	80
D.2 Laju Korosi pada konsentrasi 1500 ppm.....	81
D.3 Laju Korosi pada konsentrasi 2000 ppm.....	82
D.4 Laju Korosi pada konsentrasi 2500 ppm.....	83
D.5 Laju Korosi pada konsentrasi 3000 ppm.....	84
E. Foto Mikro dan Makro Baja A131 GRADE AH36.....	86
E.1 Sampel Foto Mikro Baja A131 GRADE AH36.....	86
E.2 Sampel Foto Makro Baja A131 GRADE AH36.....	87
F. Komposisi Baja A131 GRADE AH36 dan G1.....	90
F.1 Komposisi Baja A131 GRADE AH36.....	90
F.2 G1 Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluation Corrosion Test Specimens.....	91

BAB. 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja merupakan material yang masih menjadi pilihan utama dalam berbagai kebutuhan konstruksi saat ini. Seperti halnya baja A131 GRADE AH36 yang digunakan sebagai bahan pembuatan konstruksi sistem ballast pada kapal laut. Sistem ballast pada kapal laut merupakan sistem yang digunakan untuk dapat memposisikan kapal dalam keadaan seimbang, yaitu dengan cara memasukkan air laut kedalam tangki ballast pada kapal laut. Hal utama yang perlu diperhatikan adalah kerusakan akibat terjadinya korosi pada tangki ballast. Sehingga perlu direncanakan mengenai pemeliharaan agar tidak terjadi kerusakan yang lebih lanjut yang diakibatkan oleh proses korosi tersebut.

Korosi merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan apabila kita membahas segala sesuatu yang berhubungan dengan logam. Sudah tidak asing lagi bahwa peran korosi sangatlah besar dalam hal rusaknya logam, seperti rusaknya konstruksi bangunan, bocornya pipa-pipa perminyakan di daerah pertambangan yang mengakibatkan tercemarnya lingkungan dan masih banyak lagi kerusakan-kerusakan yang ditimbulkan karena adanya proses korosi. Nathan (1977) mengatakan bahwa korosi merupakan peristiwa rusaknya logam karena adanya faktor metalurgi pada material itu sendiri dan reaksi kimia logam tersebut dengan lingkungannya yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas suatu bahan logam. Korosi pada logam terjadi akibat interaksi antara logam dengan lingkungannya yang bersifat korosif, yaitu lingkungan yang lembab (mengandung uap air) dan diinduksi oleh adanya gas O_2 , CO_2 atau H_2S .

Berbagai penelitian telah dilakukan oleh banyak orang guna mencari solusi atas masalah ini. Sehingga saat ini sudah banyak pilihan yang dapat digunakan sebagai langkah pengendalian terhadap permasalahan korosi. Mulai dari pemilihan material

sebagai logam pelapis (coating), proteksi anodik, proteksi katodik, penambahan inhibitor, hingga dilakukan perubahan media atau lingkungannya.

Inhibitor sendiri adalah suatu zat apabila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam (Sidiq, 2013). Menurut Aidil (1972) inhibitor dibagi menjadi dua yaitu inhibitor organik dan inhibitor anorganik. Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, 2010).

Pada penelitian sebelumnya oleh Zulfikar (2014) mengenai pengendalian laju korosi baja *API 5L GRADE B SCHEDULE 80* dalam medium air laut menggunakan inhibitor ekstrak daun jambu biji dengan konsentrasi 0, 1000, 2000, 4000 dan 6000 ppm dengan variasi lama waktu perendaman selama 3, 7 dan 11 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi korosi semakin bertambah besar seiring dengan bertambahnya lama waktu perendaman yang dilakukan, yaitu paling besar terjadi pada lama waktu perendaman 11 hari dengan konsentrasi 2000 ppm, dimana laju korosinya adalah 0,091847533 mpy.

Jambu biji merah merupakan salah satu tumbuhan yang dapat menghasilkan tanin yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi. Menurut Fachry (2012), tannin merupakan senyawa organik yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti timbal merah sebagai inhibitor untuk mencegah korosi yang telah ditambahkan pada cat primer. Dalam penelitiannya, Fachry mendapatkan kondisi optimal proses ekstraksi tannin dari daun jambu biji merah menggunakan pelarut etanol 96% pada temperature 50° C selama 150 menit waktu ekstraksi, yaitu didapat tannin 14,24 %.

Melihat kondisi tersebut, penulis mencoba memberikan solusi dengan melakukan suatu penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh

konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji merah (0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 pm) terhadap laju korosi baja A131 GRADE AH36 dalam medium air laut. Untuk menentukan nilai efisiensi inhibisi ekstrak daun jambu biji merah, digunakan metode perhitungan pengurangan massa material dan pengamatan struktur mikro material menggunakan mikroskop optik.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah di sampaikan, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji merah terhadap laju korosi baja A131 GRADE AH36 dengan medium air laut?
2. Berapakah konsentrasi optimal ekstrak daun jambu biji merah sebagai inhibitor korosi pada baja A131 GRADE AH36 ?
3. Bagaimana perubahan struktur makro dan struktur mikro permukaan Baja A131 GRADE AH36 setelah ditambahkan inhibitor ekstrak daun jambu biji merah?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Spesimen uji adalah pelat baja A131 GRADE AH36
2. Daun jambu biji yang digunakan adalah daun jambu biji merah
3. Tidak menghitung sifat mekanik material uji
4. Temperatur, kelembaban dan pH diasumsikan konstan
5. Air laut yang digunakan berasal dari desa Paseban Kabupaten Jember
6. Lama waktu perendaman adalah 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 35 hari
7. Konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji merah sebesar (0 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm, 2500 ppm dan 3000 ppm)

8. Tidak membahas perubahan energi pada saat proses korosi yang terjadi

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun jambu biji merah terhadap laju korosi baja A131 GRADE AH36 dengan medium air laut.
2. Untuk mengetahui perbandingan laju korosi pada pemberian ekstrak daun jambu biji merah dengan dan tanpa pemberian ekstrak daun jambu biji merah.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui konsentrasi ekstraksi daun jambu biji merah yang optimal sebagai inhibitor korosi pada baja A131 GRADE AH36 .
2. Mengetahui laju korosi pada baja A131 GRADE AH36 sebelum dan setelah diberikan inhibitor ekstrak daun jambu biji merah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja A131 GRADE AH36

Baja A131 GRADE AH36 adalah baja yang digunakan sebagai bahan pembuatan tangki pada sistem ballast kapal laut. Dimana sistem ballast pada kapal laut merupakan sistem yang digunakan untuk dapat memposisikan kapal dalam keadaan seimbang baik pada saat trim depan maupun belakang, ataupun dalam keadaan oleng. Cara kerja sistem ballast secara umum adalah untuk mengisi tangki ballast yang berada di double bottom dengan air laut yang diambil dari seachest. Melalui pompa ballast, dan saluran pipa utama dan pipa cabang.



Gambar 2.1 Korosi Seragam Pada Pipa Ballast (Utomo, 2009)

Baja A131 GRADE AH36 mempunyai komposisi kimia $C \leq 0,18\%$, $Mn 0,9-1,6 \%$, $P \leq 0,035\%$, $S \leq 0,035\%$, $Si \leq 0,5\%$ dan $Ni: 0,4\%$ dan mempunyai kekuatan tarik plat baja *yield strength* (YS) $\geq 355 \text{ N/mm}^2$, *tensile strength* (TS) $490-630 \text{ N/mm}^2$ dan elongation 21%.

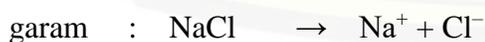
2.2 Definisi dan Prinsip Dasar Korosi

Menurut Supardi (1997) korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut dengan perkaratan.

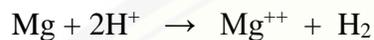
Terdapat beberapa definisi dari pakar, yaitu sebagai berikut:

1. Perusakan material tanpa perusakan mekanis
2. Kebalikan dari metalurgi ekstraktif
3. Proses elektrokimia dalam mencapai kesetimbangan termodinamika suatu sistem. Jadi korosi adalah system termodinamika logam dengan lingkungan (air, udara, tanah), yang berusaha mencapai kesetimbangan. Sistem ini dikategorikan setimbang bila logam telah membentuk oksida atau senyawa kimia lain yang lebih stabil.

Pada proses korosi yang terjadi, disamping karena reaksi kimia biasa, maka yang lebih umum ialah oleh proses elektrokimia. Sedangkan yang dimaksud dengan lingkungan adalah dapat berupa udara dengan sinar matahari, air tawar, embun, air laut, air danau, air sungai dan tanah. Menurut teori korosi elektrokimia, bahwa proses korosi pada logam disebabkan karena logam itu mempunyai komposisi kimia yang tidak homogen. Dalam kenyataan memang logam sangat sulit untuk dibuat betul-betul homogen. Akibatnya akan ada perbedaan potensial yang dapat menimbulkan korosi galvanis bila ada elektrolit seperti uap air dari udara. Garam, asam dan basa merupakan salah satu elektrolit yang akan larut dalam air, kemudian akan terjadi ionisasi didalamnya.



Baja karbon sangat mudah bereaksi dengan ion H^+ (dari asam) dan adanya O_2 yang larut dari udara. Korosi seperti ini akan berlangsung sangat cepat walaupun temperatur lingkungannya rendah, karena telah terjadi reaksi elektrokimia.



Reaksi tersebut disebut reaksi elektrokimia karena pada reaksi itu terjadi muatan listrik dan elektron.



Reaksi ini disebut juga sebagai reaksi korosi basah.

Reaksi korosi menghilangkan oksida logam, sulfida logam dan hasil reaksi lainnya. Pada proses korosi reaksi yang berpengaruh adalah reaksi elektrokimia. Korosi elektrokimia biasanya terjadi pada lingkungan yang basah, pada temperatur yang relatif rendah, dengan berbagai bentuk korosi mengikuti mekanisme elektrokimia yang terjadi reaksi oksidasi (anodik) dan reduksi (katodik).

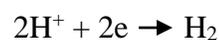
Reaksi oksidasi adalah reaksi yang menghasilkan pelepasan elektron dan berakibat terbentuknya ion – ion positif. Logam yang mengalami reaksi ini disebut sebagai anoda. Proses korosi dapat terjadi hanya jika 4 komponen dasar terjadinya korosi terpenuhi, komponen tersebut ialah yaitu :

1. Anoda, merupakan bagian logam yang berfungsi sebagai elektroda, dimana terjadi reaksi anodik. Reaksi anodik adalah reaksi yang menghasilkan elektron.

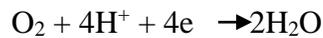


2. Katoda, merupakan elektroda yang mengalami reaksi katodik yang mengkonsumsi electron hasil dari reaksi anodik. Reaksi reduksi yang sering terjadi adalah :

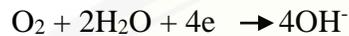
- Reaksi pembentukan hidrogen :



- Reaksi reduksi oksigen dalam larutan asam :



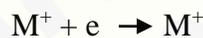
- Reaksi reduksi oksigen dalam larutan basa/netral :



- Reaksi reduksi logam :



- Reaksi reduksi logam :



3. Penghantar listrik, dimana diantara katoda dan anoda harus terdapat kontak listrik agar arus sel korosi dapat mengalir.

4. Elektrolit, merupakan suatu media yang bersifat menghantarkan arus listrik seperti air dan tanah.

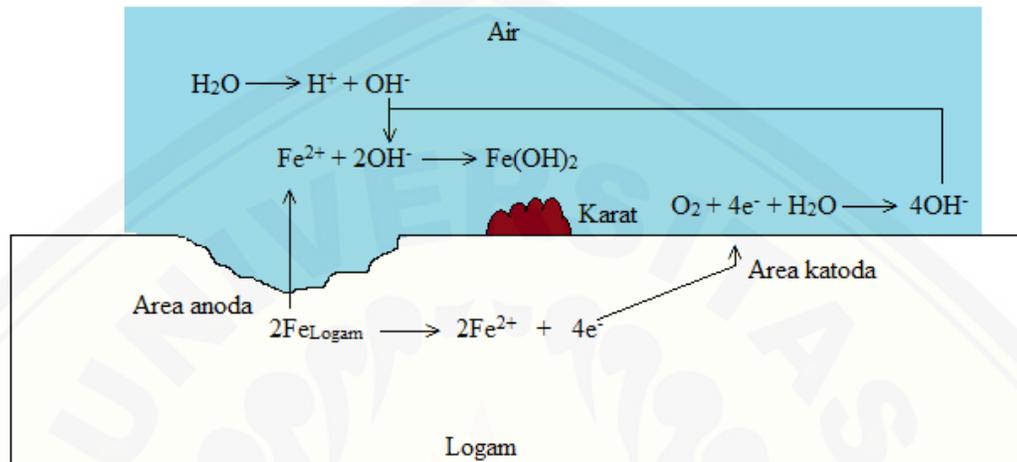
Contoh yang umum terjadi proses korosi adalah pada pipa penyulingan air laut sebagai berikut :



Reaksi diatas dapat dijelaskan bahwa reaksi terjadi pada anoda ialah logam Fe mengalami oksidasi sehingga menghasilkan ion – ion logam Fe dan elektron. Pada katoda terjadi reaksi reduksi dimana terjadi pelepasan ion – ion OH⁻ yang menyebabkan lingkungan menjadi basa atau netral. Ion OH⁻ ini berasal reduksi oksigen.

Logam yang berlaku sebagai sel korosi akan memberikan elektron (anoda) dan lingkungannya sebagai penerima elektron (katoda). Pada logam yang teroksidasi akan larut kelingkungannya menghasilkan ion – ion logam dan melepaskan elektron secara bersamaan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi dimana ion – ion dari lingkungan mendekati logam dan menangkap elektron – elektron yang tertinggal pada logam.

Korosi terjadi melalui perantara dimana perantara tersebut adalah lingkungannya dan biasa disebut sebagai elektrolit. Skema sel korosi secara umum dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sel Korosi (Fadli, 2010)

2.3 Faktor Penyebab Terjadinya Korosi

Menurut supardi (1997) terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan terjadinya korosi yang terbagi atas tiga bagian, yaitu sifat material, faktor lingkungan dan adanya reaksi.

2.3.1 Sifat Material

1. Pengaruh susunan kimia material

Susunan kimia suatu material sangat mempengaruhi ketahanan material itu terhadap serangan korosi. Pada jenis logam yang sama dengan susunan kimia yang berbeda akan mengakibatkan ketahanan terhadap serangan korosi yang berbeda pula. Bahkan semua jenis logam cenderung akan mengalami korosi oleh media yang bersifat korosif seperti air laut.

2. Pengaruh struktur material

Kurangnya homogenitas struktur dapat menimbulkan efek-efek galvanis mikro pada material yang mengakibatkan terjadinya pengkaratan. Adanya titik-titik yang tidak sama dengan titik-titik di sekitarnya dapat mengakibatkan salah satu bertindak

sebagai anoda dan salah satu lainnya sebagai katoda. Dalam kondisi demikian, material akan lebih reaktif dalam lingkungan yang elektrolit.

3. Pengaruh perbedaan potensial

Perbedaan potensial antara dua logam atau lebih yang digabungkan akan mengakibatkan terjadinya proses pengkaratan.

4. Pengaruh bentuk permukaan material

Permukaan logam yang mempunyai morfologi tertentu akan mengakibatkan korosi. Adanya kotoran pada permukaan material akan menyebabkan korosi karena terdapat oksigen yang terperangkap didalamnya.

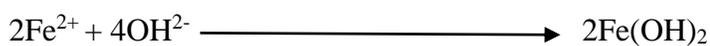
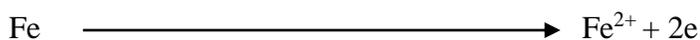
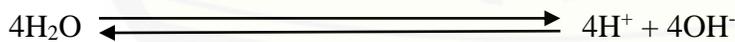
2.3.2 Faktor Lingkungan

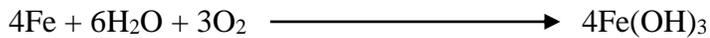
1. Lingkungan Air

Air ataupun uap air dalam jumlah banyak ataupun sedikit akan sangat berpengaruh terhadap laju korosi pada logam. Reaksinya bukan hanya antara logam dengan oksigen saja, melainkan juga dengan uap air yang menjadi reaksi elektrokimia karena air berfungsi sebagai:

- Pereaksi, misalnya pada logam besi akan berwarna coklat karena terjadinya besi hidroksida.
- Katalisator. Besi akan cepat bereaksi dengan O₂ dari udara sekitar apabila terdapat uap air.
- Pelarut. Produk-produk korosi akan larut dalam air seperti besi sulfat dan besi klorida.
- Elektrolit lemah, yaitu sebagai penghantar arus yang kecil atau lemah.

Mekanisme reaksi uap air di udara dengan logam adalah sebagai berikut:





Korosi pada lingkungan air bergantung pada pH, kadar oksigen dan temperatur. Misalnya pada baja tahan karat pada suhu 300-500°C bisa bertahan dari serangan korosi. Namun pada suhu 600-650°C baja tahan karat akan terserang korosi dengan cepat. Menurut penelitian Whitman dan Russel ternyata pH dari suatu elektrolit sangat mempengaruhi pada proses terjadinya korosi pada besi. Pengaturan pH dilakukan dengan pembubuhan KOH pada air yang mempunyai pH 6-14 dan pembubuhan asam pada air yang mempunyai pH 7-0.

Demikian juga dengan penambahan kadar O₂ dalam air maka akan mempercepat laju korosi pada suatu logam. Kadar O₂ dalam larutan harus dikurangi oleh garam yang terlarut dalam larutan dan kelarutannya bergantung pada logam yang tercelup dan luasan permukaan logam tercelup serta temperaturnya. Adapun macam-macam air seperti air suling adalah air yang paling bersih dan bebas dari kation dan anion serta terisolir dari udara dan bebas dari mikroba. Adapun air hujan atau air salju merupakan proses penyulingan alami, namun demikian air ini masih mengandung CO₂ dari udara yang dapat membentuk senyawa H₂CO₃ dan akan bersifat asam yang menyebabkan korosi pada baja. Untuk air permukaan komposisi zat terlarut bergantung pada tanah yang ditempati atau tergenang. Tetapi pada umumnya zat yang terlarut lebih rendah dari pada air laut. Biasanya air permukaan mengandung Ca²⁺, Mg²⁺, NH⁴⁺, Cl⁻ dan SO₄⁻ yang agresifitasnya lebih rendah dari pada air laut.

Korosi oleh air bersih pada logam yang tidak mulia akan terbentuk reaksi sebagai berikut : $\text{L} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{L(OH)}_2 + \text{H}_2$

Sedangkan untuk air bersih dan adanya O₂, akan ada proses oksidasi dari udara sekitarnya. Hal ini biasanya terjadi pada air ekat permukaan. Reaksinya adalah sebagai berikut: $2\text{L} + 3\text{H}_2\text{O} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{L(OH)}_3$

2. Lingkungan industri

Korosi di lingkungan industri yang menggunakan bahan kimia seperti pada pembuatan H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , dan sebagainya maka akan sangat bersifat korosif.

Pengendalian korosi di lingkungan industri adalah sebagai berikut:

- a. Dipilih/dicarikan bahan logam untuk konstruksi yang paling ekonomis tetapi teknisnyamasih dapat dipertanggung jawabkan.
- b. Dapat pula memilih bahan non logam seperti plastik, keramik, beton dan sebagainya dengan tidak boleh mengesampingkan kondisi kerjanya.
- c. Memberi logam lindung yang tepat atau lapis lindung lainnya.

3. Lingkungan laut

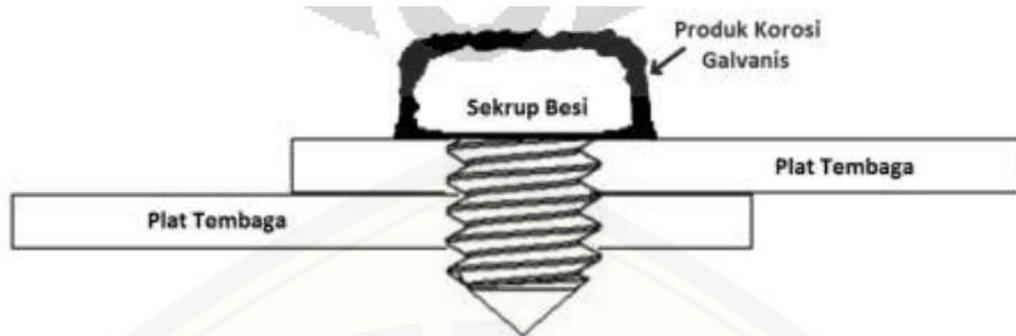
Udara lingkungan laut jauh lebih korosif dibandingkan dengan daerah pedalaman, karena disamping komposisi kimia seperti udara biasa juga akan mengandung garam-garam dan zat lain yang ada pada air laut. Hal ini disebabkan karena ombak yang membentur dan membuat percikan air laut. Percikan air laut yang berupa titik air yang halus akan terbawa oleh angin dan sangat berpengaruh pada korosifitas udara terhadap logam.

2.4 Jenis-Jenis Korosi

Jenis korosi yang umumnya terjadi pada logam adalah sebagai berikut:

1. Korosi Galvanis (Bemetal Corrosion)

Jenis korosi ini terjadi antara dua buah logam yang mempunyai nilai potensial berbeda saat dua buah logam bersatu dalam suatu medium elektrolit yang korosif. Elektron akan mengalir dari logam yang kurang mulia (sebagai anodik) menuju ke logam yang lebih mulia (sebagai katodik). Akibatnya logam yang kurang mulia berubah menjadi ion-ion positif karena kehilangan elektron. Ion-ion positif metal bereaksi dengan ion-ion negatif yang berada di dalam elektrolit menjadi garam metal. Karena peristiwa ini, permukaan anoda kehilangan metal sehingga terbentuk sumur-sumur karat atau jika merata akan terbentuk karat permukaan.



Gambar 2.3 Korosi Galvanis (Fadli, 2011)

2. Korosi Lelah (*Fatigue Corrosion*)

Logam mendapat beban siklus yang berulang-ulang, tetapi masih dibawah batas kekuatan luluhnya. Maka setelah sekian lama akan patah karena terjadinya kelelahan logam. Kelelahan dapat dipercepat dengan adanya serangan korosi. Kombinasi antara kelelahan dan korosi yang mengakibatkan kegagalan disebut korosi lelah. Korosi lelah terjadi di daerah yang menderita beban, lasan dan lainnya.



Gambar 2.4 Korosi Lelah (Utomo, 2009)

3. Korosi Tegangan (*Stress Corrosion*)

Gaya-gaya seperti tarikan (*tensile*) atau kompresi (*Compressive*) berpengaruh sangat kecil pada proses pengkaratan. Adanya kombinasi antara regangan tarik

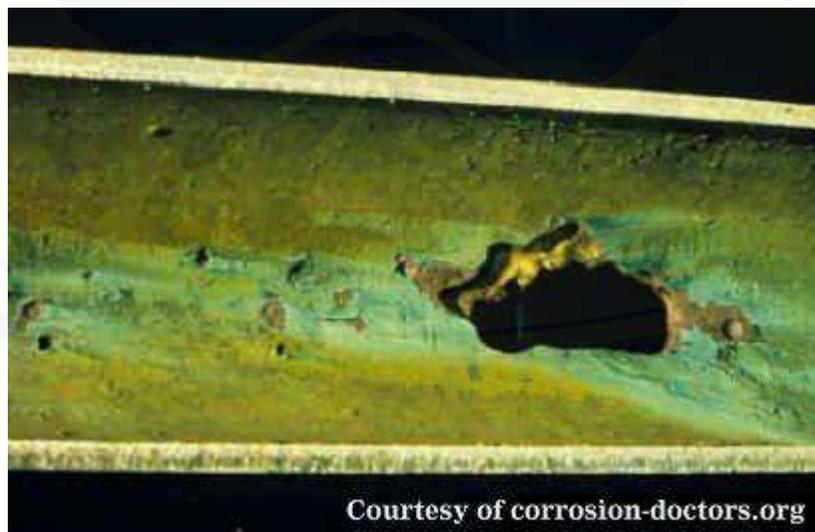
(tensile stress) dan lingkungan yang korosif, maka akan terjadi kegagalan material berupa retakan yang disebut retak karat regangan.



Gambar 2.5 Korosi Tegangan (Utomo, 2009)

4. Korosi Erosi (*Errosion Corrosion*)

Logam yang sebelumnya telah terkena erosi akibat terjadinya keausan dan menimbulkan bagian-bagian yang tajam dan kasar. Bagian-bagian inilah yang mudah terserang korosi dan apabila terdapat gesekan maka akan menimbulkan abrasi yang lebih berat.



Gambar 2.6 Korosi Erosi (Utomo, 2009)

5. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain atau non logam dan diantaranya terdapat celah yang dapat menahan kotoran dan air sebagai sumber terjadinya korosi. Konsentrasi Oksigen pada mulut lebih kaya dibandingkan pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodik dan bagian mulut menjadi katodik. Maka terjadi aliran arus dari dalam menuju mulut logam yang menimbulkan korosi.

Atau juga perbedaan konsentrasi zat asam. Dimana celah sempit yang terisi elektrolit (pH rendah) maka akan terjadi sel korosi yang katoda permukaannya sebelah luar celah yang basah dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam dari pada daerah dalam yang bersifat anodik. Maka pada daerah ini terjadinya korosi yang disebabkan adanya katoda dan anoda.



Gambar 2.7 Korosi Celah (Utomo, 2009)

6. Korosi mikrobiologi

Korosi ini terjadi karena mikroorganisme. Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganisme umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian

menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Lapisan film tipis atau biofilm. Pembentukan lapisan tipis saat 2 – 4 jam pencelupan sehingga membentuk lapisan ini terlihat hanya bintik-bintik dibandingkan menyeluruh di permukaan. Korosi jenis ini dapat dicegah.



Gambar 2.8 Korosi Mikrobiologi (Utomo, 2009)

7. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Adalah korosi yang terjadi karena komposisi logam yang tidak homogen dan ini menyebabkan korosi yang dalam pada berbagai tempat. Dapat juga adanya kontak antara logam, maka pada daerah batas akan timbul korosi berbentuk sumur.



Gambar 2.9 Korosi Sumuran (Sumber: Budi Utomo, 2009)

8. Korosi antar batas butir (intergranular corrosion)

Korosi antar batas butir (*intergranular corrosion*) terjadinya hanya pada batas butir biasanya akibat serangan elektrolit, karena tegangan pada kristal adalah paling tinggi.



Gambar 2.10 Skema Korosi Antar Batas Butir (Hakim, 2012)

9. Penggetasan Hidrogen

a. *Hydrogen Embrittlement*

Penggetasan hidrogen adalah suatu proses hilangnya daktilasi baja dengan terserapnya hidrogen ke dalam struktur material baja. Kekuatan tarik tidak terpengaruh secara nyata. Daktilasi ini dapat dikembalikan melalui perlakuan panas. Kerusakan hidrogen menggambarkan pelemahan baja secara permanen karena berkembangnya retak-retak mikro (*microfissures*). Retak yang disebabkan oleh kerusakan hidrogen biasanya terjadi di sepanjang batas butir, karenanya berbeda dengan retak dingin akibat kemasukan hidrogen yang biasanya bersifat transgranular. Di dalam material baja, atom-atom hidrogen ini bergabung menjadi molekul (H_2) dan menyebabkan terjadinya regangan lokal yang hebat. Jika baja cukup ductil maka kemungkinan dapat bertahan terhadap regangan lokal ini. Namun jika baja getas dan keras, maka akan terjadi retak-retak halus, yang kemudian menjadi besar dan mengakibatkan kegagalan materil.

b. Hydrogen Damage

Kerusakan hidrogen di dalam material baja terjadi akibat atom-atom hidrogen ini bergabung menjadi molekul (H_2) dan menyebabkan terjadinya regangan lokal. Jika kemudian gas H_2 terperangkap di dalam cacat material seperti inklusi, laminasi maka gas hidrogen lama kelamaan berkumpul dan menaikkan tekanan di lokasi tersebut. Karena besarnya tekanan menyebabkan gelembung atau *blister*. Hal ini tidak terjadi pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan pada daerah yang dekat dengan permukaan (Supardi, 1997).

2.5 Air Laut

Air laut merupakan faktor penting dalam mempengaruhi proses terjadinya korosi. Sebagian besar laju korosi pada konstruksi baja di laut ataupun di pesisir pantai (*marine*) sangat dipengaruhi oleh ion-ion yang terdapat pada laut. Hal-hal yang dapat mempengaruhi keadaan air laut adalah sebagai berikut:

1. Densitas

Densitas adalah massa jenis air laut dalam $kg\ m^{-3}$ yang sangat bergantung pada temperatur (T), salinitas (S), dan tekanan (p). Ketergantungan ini dikenal dengan persamaan keadaan air laut (*Equation Of State of Sea Water*) :

$$\rho = \rho(T,S,p)$$

Penentuan dasar pertama dalam membuat persamaan di atas dilakukan oleh Knudsen dan Ekman pada tahun 1902. Pada persamaan mereka, ρ dinyatakan dalam $g\ cm^{-3}$. Penentuan dasar yang baru didasarkan pada data tekanan dan salinitas dengan kisaran yang lebih besar, menghasilkan persamaan densitas baru yang dikenal sebagai Persamaan Keadaan Internasional (*The International Equation of State*, 1980). Persamaan ini menggunakan temperatur dalam $^{\circ}C$, salinitas dari Skala Salinitas Praktis dan tekanan dalam dbar ($1\ dbar = 10.000\ pascal = 10.000\ N\ m^{-2}$). Densitas dalam persamaan ini dinyatakan dalam $kg\ m^{-3}$. Jadi, densitas

dengan harga $1,025 \text{ g cm}^{-3}$ dalam rumusan yang lama sama dengan densitas dengan harga 1025 kg m^{-3} .

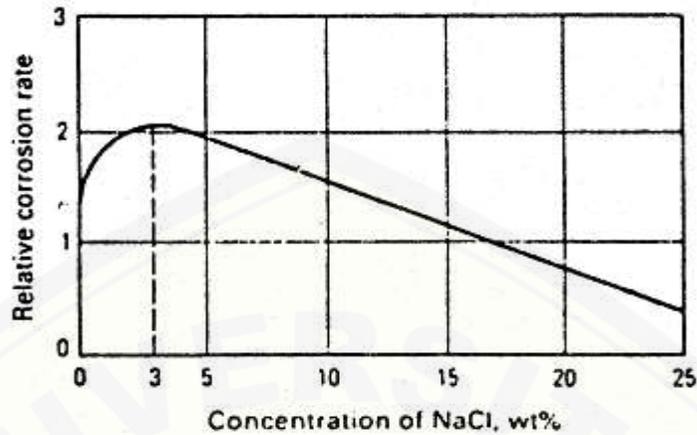
2. Organisme laut

Air laut merupakan media yang aktif bagi sejumlah mikro organisme. Mikro organisme ini bersama-sama dengan permukaan logam dalam air laut akan membentuk biofouling menyebabkan terjadinya korosi merata atau lokal. Larutnya beberapa partikel padat pada air laut akan menimbulkan proses dinamik yang terus menerus, dimulai dari adsorpsi material organik terlarut, mati dan terjadi pembentukan lapisan film yang disebabkan oleh ganggang dan bakteri yang mana akan menyebabkan terjadinya tumbuhan hidup. Terbentuknya lapisan film ini hanya dalam waktu relatif singkat, yaitu dua jam dari saat logam dicelupkan ke dalam air laut. Lapisan ini akan mengubah sifat kimia pada permukaan logam dalam elektrolit.

Ketika CO_2 terlarut, maka akan bereaksi dengan air membentuk kesetimbangan bentuk ionik ($\text{CO}_{2(\text{aq})}$), asam karbonat (H_2CO_3), bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat (CO_3^{2-}). perbandingan dari jenis ini bergantung pada temperatur air laut dan alkalinitas (kapasitas penetralan asam dari sebuah larutan).

3. Salinitas

Salinitas adalah berat keseluruhan dalam gram, garam garam non organik dalam 1 kg air laut apabila seluruh unsur-unsur bromida dan iodida digantikan dengan jumlah yang sesuai dari unsur-unsur klorida dan semua unsur-unsur karbonat digantikan dengan unsur-unsur oksida. Salinitas dinyatakan dengan satuan per seribu ($^0/_{00}$). Meningkatnya kandungan NaCl dalam air laut akan meningkatkan laju korosi baja karbon seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pengaruh kandungan NaCl Terhadap Laju Korosi Besi (Anggono, 2000)

Hubungan antara salinitas dan klorida ditentukan melalui suatu rangkaian pengukuran dasar laboratorium berdasarkan pada sampel air laut di seluruh dunia dan dinyatakan sebagai:

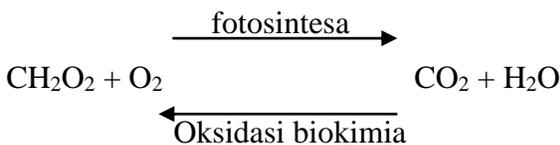
$$S (\text{‰}) = 0.03 + 1.805 \text{ Cl } (\text{‰}) \dots\dots\dots (1)$$

$$S (\text{‰}) = 1.80655 \text{ Cl } (\text{‰}) \dots\dots\dots (2)$$

4. Keasaman (pH) air laut

Air laut umumnya mempunyai pH lebih besar dari delapan pada permukaan. pada pH ini, 93% dari total karbon anorganik ada dalam bentuk HCO_3^- , 6% sebagai CO_3^{2-} , dan 1% sebagai CO_2 .

Konsentrasi ion karbonat relatif sangat tinggi pada permukaan dan permukaan air hampir selalu jenuh dengan kalsium karbonat. Hal ini menyebabkan terjadinya pengendapan jenuh *calcareous scale* pada permukaan logam. Konsentrasi CO_2 dan O_2 mempunyai hubungan yang erat dengan pH air laut dalam proses fotosintesa dan oksidasi biokimia dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi dari kiri ke kanan, oksigen terlarut dipakai dan CO dihasilkan. Hasil CO akan membuat air lebih asam yang mana hal ini akan menurunkan pH dan juga menurunkan kejenuhan terhadap karbonat. Walaupun pH mempunyai pengaruh yang sangat kecil terhadap kecepatan korosi air laut, tetapi dalam hubungannya dengan deposit *calcareous* mempunyai pengaruh yang besar. Pengendapan kerak biasanya terjadi pada pH yang lebih tinggi dimana ion OH^- dihasilkan selama reduksi oksigen terlarut. (Anggono, 2000).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Air Laut (Regina, 2013)

No	Senyawa	Persen Berat (%)
1	NaCl	2,88
2	MgCl ₂	0,32
3	MgSO ₄	0,22
4	CaSO ₄	0,12
5	KCl	0,07
6	NaBr	0,008
7	H ₂ O	96,582

2.6 Pengendalian Korosi

Korosi tidak mungkin sepenuhnya dapat dicegah karena memang merupakan proses alamiah bahwa semuanya akan kembali ke sifat asalnya. Asalnya dari tanah maka akan kembali ke tanah. Hal ini adalah siklus alam yang akan terus terjadi selama kesetimbangan alam belum tercapai. Namun demikian pengendalian dan pencegahan korosi harus tetap dilakukan secara maksimal, karena dilihat dari segi ekonomi dan dari segi keamanan merupakan hal yang tidak boleh ditinggalkan dan dibiarkan begitu saja (Widharto, 1999).

Pengendalian korosi harus dimulai dari suatu perencanaan, pengumpulan data lingkungan, proses, peralatan dan bahan yang dipakai serta pemeliharaan yang akan

diterapkan. Adapun metode-metode yang dilakukan dalam pengendalian korosi sebagai berikut.

1. Pengubahan ketahanan logam terhadap lingkungan
2. Pemilihan bahan
3. Modifikasi rancangan
4. Teknik pelapisan
5. Proteksi anodik dan katodik
6. Penambahan inhibitor

2.7 Inhibitor

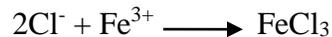
Inhibitor adalah suatu zat kimia yang apabila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerang korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Inhibitor merupakan zat yang dapat melapisi dan melindungi suatu logam dari proses korosi, lapisan ini hanya dalam ukuran beberapa lapis atom saja. Perlu diperhatikan antara inhibitor yang aman dan inhibitor yang berbahaya. Inhibitor yang aman adalah zat yang memperlambat kecepatan korosi tanpa meningkatkan intensitas korosi. Sedangkan inhibitor yang berbahaya adalah zat yang sangat memperlambat laju korosi tetapi akan meningkatkan intensitas serangan korosi.

2.7.1 Mekanisme Kerja Inhibitor

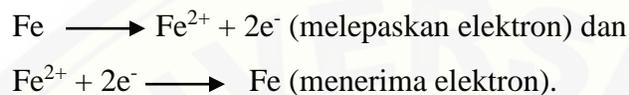
Reaksi yang terjadi antara logam Fe^{2+} dengan medium korosif air laut yang mengandung ion-ion klorida yang terurai dari NaCl , MgCl_2 , KCl akan bereaksi dengan Fe dan menghasilkan FeCl_2 . Jika ion klorida yang bereaksi semakin besar, maka FeCl_2 yang terbentuk juga akan semakin besar, seperti tertulis dalam reaksi berikut:



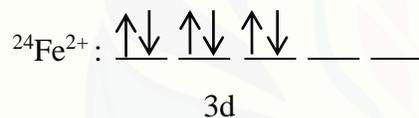
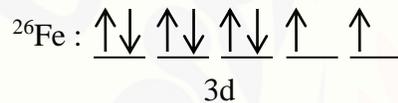
Ion klorida pada reaksi diatas akan menyerang logam besi (Fe) sehingga besi akan terkorosi menjadi :



Reaksi antara Fe^{2+} dengan inhibitor ekstrak bahan alam menghasilkan senyawa kompleks. Inhibitor ekstrak bahan alam yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan logam ketika ion Fe^{2+} terdifusi ke dalam larutan elektrolit, reaksinya adalah:



Berikut ini adalah konfigurasi elektron ^{26}Fe yang telah berikatan dengan inhibitor.



Produk yang terbentuk di atas mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, sehingga sampel besi/baja yang diberikan inhibitor ekstrak bahan alam akan lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi.

2.7.2 Jenis Inhibitor Menurut Bahan Dasarnya :

1. Inhibitor Organik : Menghambat korosi dengan cara teradsorpsi kimiawi pada permukaan logam yang terbuat dari bahan organik, melalui ikatan logam-hetero atom. Inhibitor ini terbuat dari bahan organik. Contohnya adalah : gugus amine, tio, fosfo, eter dan termasuk senyawa tanin.
2. Inhibitor Anorganik: adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat.

Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, 2010).

2.7.3 Jenis Inhibitor Menurut Reaksi yang dihambat

1. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik akan di absorpsi pada bagian anodik dan akan menahan terjadinya korosi pada daerah tersebut. Karena korosi terjadi pada daerah anoda, maka penggunaan inhibitor anodik sangat efisien. Tetapi apabila inhibitor ini tidak menutupi seluruh permukaan anoda, maka akan memperluas katoda. Dengan perbedaan luas ini, apabila terdapat ion klorida maka intensitas serangan korosi akan meningkat pada daerah anoda yang sempit dan masih terbuka. Jadi inhibitor kurang justru akan menjadi penyebab terjadinya korosi sumur.

Yang termasuk inhibitor anodik adalah zat-zat yang membentuk senyawa yang tidak larut, seperti, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{PO})_4$ dan $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ karena akan membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{PO})_4$ dan $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ yang menjadi lapis lindung pada besi.

2. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik merupakan zat yang dapat menghambat terjadinya reaksi pada katoda. Reaksi katodik akan tertahan walaupun terjadi reaksi O_2 atau penetralan ion hidrogen. Inhibitor katodik terdapat kecenderungan tidak efisien walaupun merupakan inhibitor yang tidak berbahaya bagi logam, tetapi jelas kurang memperbaiki sifat ketahanan terhadap korosi.

Inhibitor katodik dibedakan menjadi :

- Inhibitor racun : Contohnya : As_2O_3 , Sb_2O_3 . Inhibitor jenis ini menghambat penggabungan atom-atom H_{ad} menjadi molekul gas H_2 di

permukaan logam, dapat mengakibatkan perapuhan hidrogen pada baja kekuatan tinggi. Dan bersifat racun bagi lingkungan

- Inhibitor presipitasi katodik : mengendapkan CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4 , MgSO_4 dari dalam air. Contoh : ZnSO_4 + dispersan.
- *Oxygen scavenger* : mengikat O_2 terlarut
Contoh : N_2H_4 (Hydrazine) + $\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Pemilihan bahan alam sebagai inhibitor korosi merupakan salah satu alternatif yang dapat dikembangkan karena biayanya yang relatif lebih murah serta ramah lingkungan. Dibandingkan dengan inhibitor yang diperoleh dari bahan kimia sintesis yang bersifat berbahaya, lebih mahal dan tidak ramah lingkungan. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor adalah senyawa - senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas pada atom penyusunnya. Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor alami adalah tanin.

2.7.4 Beberapa Masalah dalam Penggunaan Inhibitor

Menurut Widharto (1999 : 138) masalah – masalah yang akan timbul dalam penggunaan inhibitor sebagai penghambat laju korosi sebagai berikut :

1. Pembuihan (*foaming*)

Sifat zat inhibitor sebagai sabun (deterjen). Akibat pengaruhnya (*organic inhibitor*) terhadap permukaan karena fungsinya diserap oleh permukaan tersebut. *Foaming* terjadi pada peralatan yang mengandung gas dan gerakan agitasi. Untuk mencegah hal tersebut perlu diinjeksikan zat anti *foaming* atau menggunakan inhibitor secara tepat.

2. Terjadi Emulsi

Terjadinya emulsi karena terdapatnya fase – fase gas dan cairan yang bercampur atau dua jenis cairan yang bercampur disertai gerakan agitasi. Dalam hal ini inhibitor berlaku sebagai stabilisator emulsi. Untuk mengatasi masalah tersebut ditambahkan zat *demulsifier*.

3. Penyumbatan (*plugging*)

Ada jenis inhibitor tertentu yang dapat mengakibatkan terkelupasnya lapisan oksida atau kerak yang sudah ada pada permukaan baja, sehingga kerak tersebut ikut aliran dan menyumbat pada *opening – opening* kecil seperti *filter, tubing* dan lain – lain. Untuk mengatasinya peralatan dibersihkan dahulu permukaannya dari kerak – kerak sebelum diberi inhibitor. Atau melindungi sistem filter dengan filter untuk menyaring kerak yang terlepas.

4. Terciptanya masalah korosi baru

Pemberian inhibitor diharapkan mampu menghambat laju korosi suatu material yang dilindungi, namun dalam waktu yang bersamaan inhibitor justru mempercepat laju korosi. Misalnya beberapa amine melindungi baja dengan baik, namun akan semakin menyerang metal baja dan kuningan. Untuk itu perlu diperhatikan susunan kimia material dan sifat – sifat inhibitor yang akan dilindungi metal dari korosi.

5. Masalah *Heat Transfer*

Adanya endapan fosfat, silikat atau sulfat sebagai zat inhibitor secara berlebihan pada permukaan alat penukar kalori, dapat menimbulkan masalah karena mengurangi pertukaran panas sehingga mengurangi efisiensi alat tersebut. Maka dari itu perlunya pemberian zat tidak berlebihan atau dipertahankan dalam batas minimum.

6. Pengaruh beracun

Pengaruh beracun harus dipikirkan dari zat inhibitor terhadap panca indra. Maka dalam pemilihan harus sangat hati – hati dan teliti. Serta perlakuan atau pemrosesan yang benar akan mengurangi resiko ini.

7. Kehilangan inhibitor

Pada proses *inhibition* tidak akan efektif bila terjadi kehilangan zat sebelum sempat berhubungan dengan permukaan metal atau sebelum terciptanya perubahan yang dikehendaki. Suatu inhibitor akan menghilang karena pengendapan (*presipitation*), proses adsorpsi dan reaksi dengan

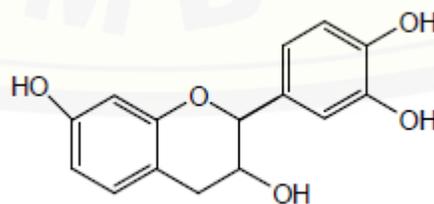
komponen sistem yang dilindungi atau karena mudah larut atau terlalu lambat pelarutnya. Misalnya proses pengendapan fosfat oleh ion kalsium, reaksi antara kromat dan sulfida, proses adsorpsi zat inhibitor pada butis padat yang mengembang (*suspended solid*) dan penginjeksian zat inhibitor yang sulit larut tanpa bahan pelarut (*dispersing agent*).

2.8 Tanin

Tanin merupakan senyawa organik non-toksik yang dapat terbiodegradasi, karena itu tanin dapat digunakan sebagai inhibitor yang baik untuk memperlambat terjadinya korosi, khususnya untuk baja. Tanin dapat diekstraksi dari tumbuh-tumbuhan dengan cara yang sederhana yaitu dengan perebusan, menggunakan air sebagai pelarut. Salah satu tumbuhan yang mengandung tanin adalah jambu biji, yaitu terbesar terletak pada daunnya.

Tanin juga merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang diketahui mempunyai beberapa khasiat yaitu sebagai astringen, anti diare, anti bakteri dan anti oksidan. Menurut Desmiaty, et al., (2008) tanin merupakan komponen zat organik yang sangat kompleks, terdiri dari senyawa fenolik yang sukar dipisahkan dan sukar mengkristal, mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut.

Dalam penelitian sebelumnya oleh Desi Mitra Sari (2013) dikatakan bahwa inhibitor organik merupakan inhibitor dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Berikut adalah gambar dari senyawa tanin.



Gambar 2.12 Struktur Inti Tanin (Regina, 2013)

Tanin merupakan salah satu jenis senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol. Senyawa tanin ini banyak di jumpai pada tumbuhan. Tanin dahulu digunakan untuk menyamakkan kulit hewan karena sifatnya yang dapat mengikat protein. Selain itu juga tanin dapat mengikat alkaloid dan glatin.

Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi (lebih dari 1000) dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan protein. Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas yaitu tannin terkondensasi (condensed tannins) dan tanin-terhidrolisiskan (hydrolysable tannins) (Hagerman, 1992).

Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks. Hal ini dikarenakan sifat tanin yang sangat kompleks mulai dari pengendap protein hingga pengkhelet logam. Maka dari itu efek yang disebabkan tanin tidak dapat diprediksi. Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis. Maka dari itu semua penelitian tentang berbagai jenis senyawa tanin mulai dilirik para peneliti sekarang (Hagerman, 2002).

2.9 Jambu Biji

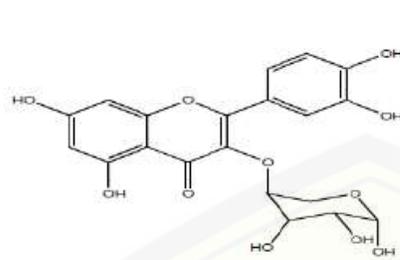
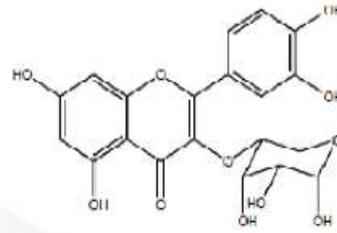
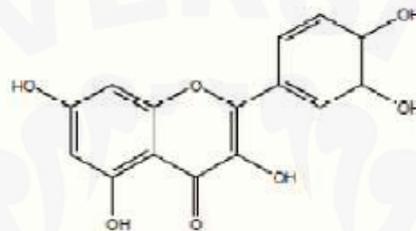
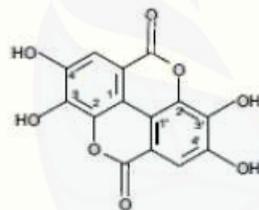
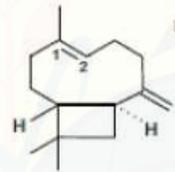
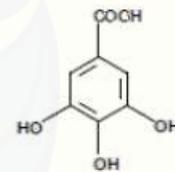
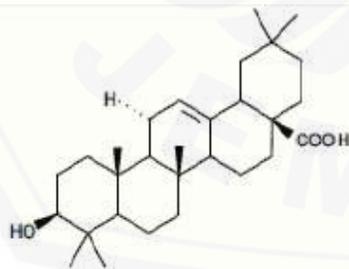
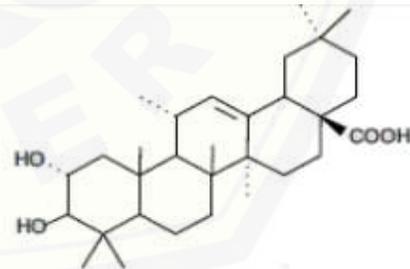
Tanaman jambu biji merah (*Psidium guajava*) merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis, banyak ditanam sebagai tanaman buah-buahan yang tumbuh pada ketinggian 1-1.200 m diatas permukaan laut dan merupakan tanaman perdu atau pohon kecil, tinggi tanaman umumnya 3-10 m. Kulit batangnya licin, terkelupas dalam potongan. Ruas tangkai teratas segi empat tajam. Daun muda berbulu abu-abu, daun bertangkai pendek dan bulat memanjang. Bunga terletak di ketiak daun. Tabung kelopak bunga berbentuk lonceng atau bentuk corong, panjang 0,5 cm, pinggirannya tidak rontok, panjang \pm 1cm. Daun mahkota bulat telur terbalik, panjang 1,5-2 cm, putih segera rontok. Benang sari pada tonjolan dasar bunga yang berbulu, putih, pipih & lebar seperti halnya tangkai putik berwarna seperti mentega. Bakal buah tenggelam beruang 4-5. Buah buni bundar dan berbentuk pir.

Daun jambu biji merah mengandung senyawa kimia antara lain Tanin, Zat Samak Pirogalol, Minyak Lemak, Minyak Atsiri(euginol), Limomen, Kariofilen,

Quersetin, Damar, Triterpenoid, Asam Malat, Asam Ursolat, Asam Guajaverin, Asam Krategolat, Asam Oleo olat, Asam Psidiolat, Leukosianidin, Amritosida dan Avikularin (Gunawan, 2001).



Gambar 2.13 Daun dan Buah Jambu Biji Merah (Cahyono, 2010)

Avicularin ($C_{20}H_{12}O_{11}$)Asam Guajaverin ($C_{20}H_{12}O_{11}$)Kuersetin ($C_{15}H_{10}O_7$)Asam elagat ($C_{14}H_6O_8$)Kariofilen ($C_{15}H_{25}$)Asam Galat ($C_7H_6O_5$)Asam Oleanolat ($C_{29}H_{43}O_3$)Asam Krategolat ($C_{31}H_{47}O_4$)

2.14 Gambar Struktur Kimia Senyawa Yang Terkandung dalam Daun Jambu Biji
(Gunawan, 2001)

Tanin pada tanaman jambu biji merah dapat ditemukan pada bagian buah, daun dan kulit batang, sedangkan pada bunganya tidak banyak mengandung tanin. Daun tanaman jambu biji selain mengandung tanin, juga mengandung zat lain seperti asam ursolat, asam lat, asam guajaverin, minyak atsiri dan vitamin. Daun-daun jambu biji memiliki kandungan zat-zat penyamak (psiditanin) sekitar 9%, minyak atsiri berwarna kehijauan yang mengandung eganol sekitar 0,4%, damar 3%, minyak lemak 6%, dan garam-garam mineral.

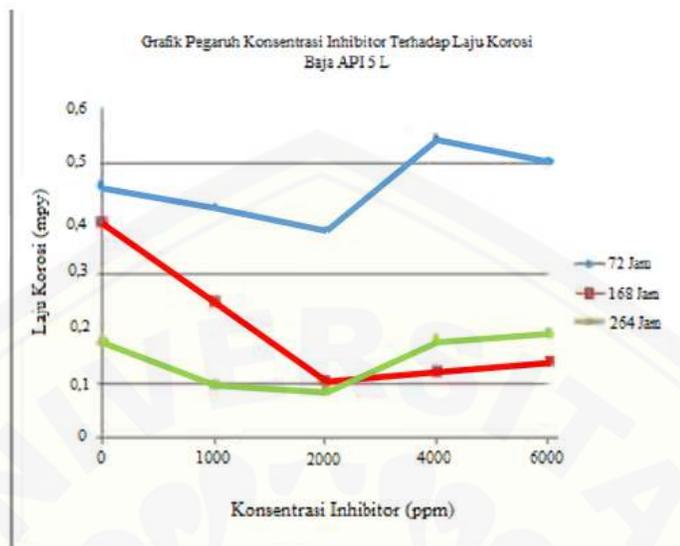
Ekstraksi adalah proses pemisahan zat yang dapat melarut dari suatu campurannya dengan padatan yang tidak dapat larut dengan menggunakan pelarut cair (Fachry, 2012). Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Maserasi bertujuan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pemanasan maupun yang tidak tahan pemanasan. Secara teknologi maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi dilakukan dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan atau kamar (Istiqomah, 2013).

2.10 Ekstrak Daun Jambu Biji sebagai Inhibitor

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji dapat digunakan sebagai inhibitor alami yang dapat menghambat laju korosi pada baja. Berikut ini adalah beberapa penelitian mengenai ekstrak daun jambu biji sebagai inhibitor korosi:

1. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji Dan Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Baja API 5L *GRADE B* Dalam Medium Air Laut.

Penelitian ini dilakukan oleh Vicky Zulfikar (2014). Variasi yang digunakan adalah variasi konsentrasi ekstraksi 0 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm dan 6000 ppm. Sedangkan variasi lainnya adalah waktu perendaman yang dilakukan yaitu 72 jam, 168 jam dan 264 jam. Perhitungan laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat (Weight Loss).



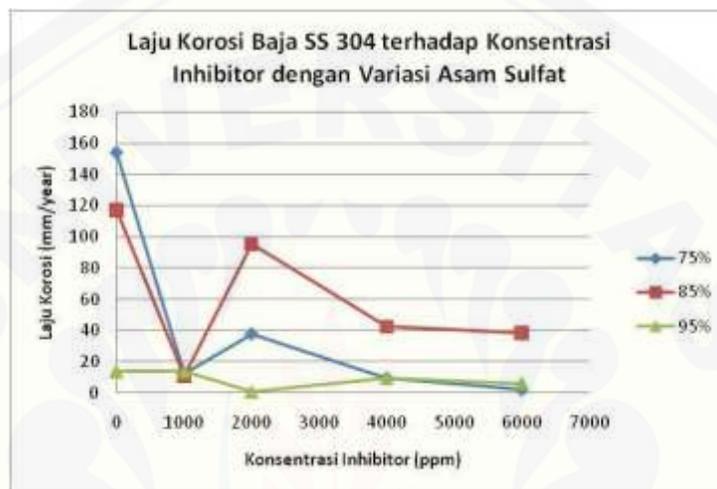
Gambar 2.15 Grafik Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja API 5L(Zulfikar, 2014)

Dalam penelitian tersebut didapat nilai laju korosi yang terus menurun pada konsentrasi inhibitor dari 0 ppm ke 1000 ppm, dari 1000 ppm ke 2000 ppm, tetapi mengalami peningkatan laju korosi pada 2000 ppm ke 4000 ppm dan dari 4000 ppm ke 6000 ppm. Sehingga didapat konsentrasi optimum adalah pada 2000 ppm. Dari ketiga variasi waktu perendaman yang dilakukan didapat waktu yang optimum adalah pada perendaman 264 jam. Dimana pada konsentrasi 2000 ppm didapat laju korosi 0,3788 mpy pada waktu perendaman 72 jam, 0,1082 mpy pada waktu perendaman 168 jam dan 0,09184 mpy pada waktu perendaman 264 jam.

Efisiensi inhibitor cenderung mengalami peningkatan dengan bertambahnya jumlah konsentrasi inhibitor yang diberikan. Efisiensi terbesar didapat pada konsentrasi inhibitor 2000 ppm. Pada waktu perendaman 72 jam didapat efisiensi inhibitor sebesar 18,18%, pada waktu perendaman 168 jam adalah 72,72% dan pada waktu perendaman 264 jam adalah sebesar 50%. Sehingga didapat efisiensi inhibitor terbesar pada konsentrasi 2000 ppm dalam waktu perendaman 168 jam.

2. Ekstrak Daun Jambu Biji Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS 304 Dalam Asam Sulfat

Penelitian ini dilakukan oleh Andita Nataria. Variasi konsentrasi yang dilakukan adalah 0 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm dan 6000 ppm dalam medium korosi asam sulfat (H_2SO_4) 75%, 85% dan 95%.



Gambar 2.16 Grafik Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja SS 304 (Nataria, 2014).

Pada penelitian yang telah dilakukan tersebut, didapatkan konsentrasi optimum pada H_2SO_4 75% adalah 6000 ppm yaitu besar laju korosinya 2,437 mm/y dengan efisiensi inhibitor 98,42%, pada H_2SO_4 85% adalah 1000 ppm yaitu besar laju korosinya 10.897 mm/y dengan efisiensi inhibitor 92,92%, sedangkan pada H_2SO_4 95% adalah 2000 ppm dengan laju korosinya sebesar 0,882 mm/y dan efisiensi inhibitorynya adalah 93,73%.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode eksperimental adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan yang dilakukan pada objek yang diteliti dengan membandingkannya dengan tanpa adanya perlakuan. Metode eksperimental yang dilakukan adalah dengan menambahkan ekstrak inhibitor daun jambu merah dengan berbagai konsentrasi pada spesimen uji yaitu baja A131 GRADE AH36 yang direndam dalam lautan korosif berupa air laut.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan April sampai dengan Mei 2015 yang dilakukan di Laboratorium Biologi Jurusan Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember dan Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 mg, Excellent Scale
2. Gelas ukur 5 ml, 100 ml, 1000 ml
3. Kikir
4. Gergaji besi
5. Pengores
6. Pengaris Siku
7. Jangka sorong
8. *Rotary evaporator*
9. Mikroskop optic metalurgi

10. Mesin grinding dan Polishing
11. Kertas gosok grade 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500
12. Mesin blender
13. Oven
14. Benang
15. Wadah medium korosif berbentuk balok dari kaca (30 mm x 300 mm x 70 mm) sebanyak 5 buah.
16. Sikat kecil

3.3.2 Bahan

1. Spesimen uji baja A131 GRADE AH36 (dimensi: 10 mm x 10 mm x 5 mm)
2. Daun jambu biji merah
3. Kertas ampelas grade 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500
4. Aseton (C_3H_6O)
5. Etanol 96%
6. Kertas saring
7. Aquades
8. Air laut
9. HCl
10. HNO_3
11. Tisu kering

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan
2. Membuat dan membentuk spesimen uji baja A131 GRADE AH36 hingga sesuai dengan dimensi yang diinginkan.
3. Membersihkan spesimen uji dari kotoran-kotoran yang menempel.
4. Membuat ekstrak daun jambu biji melalui proses maserasi.

5. Menimbang berat spesimen yang siap direndam ke dalam medium korosif.
6. Melakukan perendaman spesimen pada masing-masing konsentrasi dan mengujinya pada masing-masing waktu perendaman yang telah ditentukan (7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 35 hari).
7. Melakukan pengamatan dan perekaman proses terjadinya korosi pada salah satu sample, yaitu pada medium yang diberi inhibitor sebesar 2000 ppm pada masing-masing waktu perendaman.
8. Mengukur berat spesimen uji setelah perendaman dan pembersihan dan menghitung laju korosinya (mpy) dan efisiensi inhibitor.
9. Melakukan pengamatan makroskopik dan struktur mikro logam menggunakan mikroskop optic metalurgi.
10. Analisis data dan kesimpulan.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan Alat

Persiapan alat dilakukan untuk menghindari adanya berbagai macam gangguan dan masalah yang dapat timbul akibat dari kondisi peralatan yang akan digunakan, yaitu dengan melakukan pengecekan mengenai fungsi-fungsi peralatan dan membersihkannya dari kotoran-kotoran yang menempel.

3.5.2 Persiapan dan Pembentukan Spesimen Uji

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja A131 GRADE AH36 . Persiapan material dilakukan dengan membersihkan material dari kotoran atau minyak yang ada ataupun yang melekat. Kemudian material diberi tanda ukuran sesuai dengan panjang benda uji yang akan dibuat.

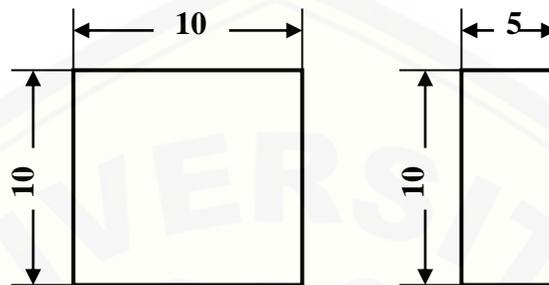
Setelah semua persiapan terhadap material selesai kemudian dilakukan pembuatan spesimen uji sesuai dengan standart ASTM G31 – 72 (*Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal*).

Dengan spesimen sebagai berikut:

Panjang = 10 mm

Lebar = 10 mm

Tinggi = 5 mm



Gambar 3.1 Penampang Spesimen Uji

Pembentukan spesimen uji dilakukan dengan memotong material menggunakan gergaji potong, selanjutnya dilakukan pengikiran pada bagian sisinya untuk mendapatkan kerataan ukuran sesuai dengan yang diinginkan sebelum dilakukan pengujian material dihaluskan terlebih dahulu dengan kertas gosok *grade* 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500 pada permukaan seluruhnya. Setelah permukaannya dalam keadaan halus, selanjutnya dibersihkan dengan aquades, larutan HCl encer dan aseton. Kemudian spesimen kita lakukan penimbangan awal sebelum proses pengkorosian pada medium korosif.

3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Jambu Biji Merah

Pemilihan inhibitor dari ekstrak daun jambu biji merah ini adalah karena merupakan inhibitor organik yang aman, mudah didapatkan, bersifat *biodegradable*, murah dan ramah lingkungan. Inhibitor ini akan menghasilkan sebuah lapisan pelindung tipis dipermukaan logam yang menghalangi reaksi langsung antara logam dengan lingkungan air.

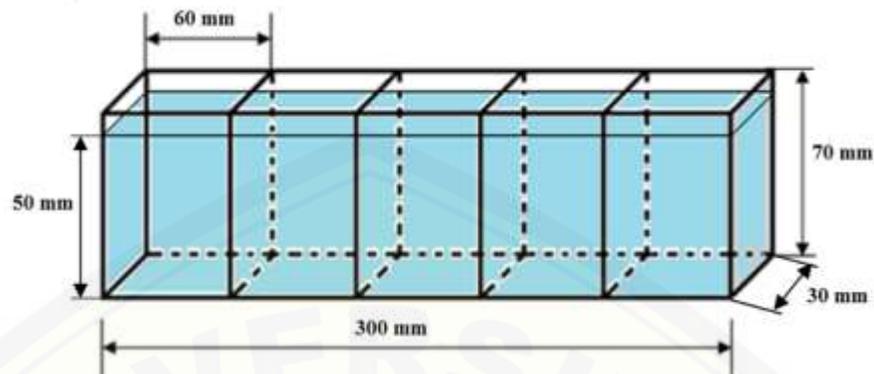
Proses pembuatan ekstrak yaitu dengan cara maserasi. Maserasi adalah salah satu jenis metoda ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin, jadi pada metoda ini pelarut dan sampel tidak mengalami

pemanasan. Adapun langkah-langkah proses ekstraksi daun jambu biji merah menggunakan metode maserasi adalah sebagai berikut:

1. Mengering anginkan daun jambu biji merah 3 kg dalam suhu kamar selama 28 hari.
2. Daun jambu biji merah yang telah dikeringkan dihaluskan menggunakan blender.
3. Selanjutnya dimasukkan ke dalam botol yang berisi etanol 96% pada suhu 50°C dalam waktu 150 menit.
4. Hasil perendaman selanjutnya disaring menggunakan kertas saring hingga didapat filtrat.
5. Filtrat yang didapat selanjutnya diuapkan dengan menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 60°C sehingga menghasilkan ekstrak pekat dalam bentuk serbuk yang nantinya akan di larutkan dalam medium korosif dengan variasi 1500, 2000, 2500 dan 3000 ppm.

3.5.4 Pengkorosian Material

Proses pengkorosian dilakukan dengan cara perendaman spesimen yang telah ditimbang sebelumnya ke dalam larutan korosif dengan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu merah. Perendaman dilakukan selama 35 hari dan dilakukan pengamatan dan perhitungan pada masing-masing waktu yang telah ditentukan, yaitu pada perendaman 7, 14, 21, 28 dan 35 hari. Posisi peletakan material dilakukan pada keadaan berdiri dan digantung, dengan maksud agar permukaan dapat terkorosi dengan sempurna atau seluruh permukaan dapat berkontak langsung dengan media pelarut, pengujian setiap konsentrasi dibutuhkan 5 spesimen uji pada setiap pengamatan yang dilakukan.



Gambar 3.2 Wadah Medium Korosif

Air laut yang digunakan adalah air laut dari samudra hindia, tepatnya di desa Paseban Kecamatan Kencong Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur pada kedalaman 1 m pada tanggal 7 september 2014 pukul 15.20 WIB. Samudera Hindia memiliki pH sekitar 8 – 8.05 (Doney, 2006).

3.5.5 Pengamatan Mekanisme Kerja Inhibitor

Pengamatan cara kerja inhibitor ekstrak daun jambu biji merah ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana suatu inhibitor bekerja dan untuk mengamati proses-proses yang terjadi selama perendaman spesimen dilakukan. Pengamatan ini dilakukan dengan cara mengambil foto pada proses perendaman yang sedang berlangsung, dimana pengamatan dilakukan pada seluruh variasi konsentrasi medium korosif.

3.5.6 Pengambilan dan Pembersihan Material

Pengambilan spesimen dilakukan pada hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35 dengan pola pengambilan dimulai pada konsentrasi 0, 1500, 2000, 2500 dan 3000 ppm. Setiap selesai pengambilan dilakukan pembersihan spesimen dengan membersihkan spesimen pada media larutan HCl dan air 1000 mL sesuai dengan ASTM G1. Al. C.3.5. *Standart Practice for Cleaning Procedure for Removal of Corrosion*

Products". Setelah direndam dibersihkan dari kotoran yang menempel pada permukaan logam dengan sikat kecil dan kemudian dibersihkan dengan tisu. Setelah itu dilakukan penimbangan kembali untuk mendata atau menghitung pengurangan berat spesimen tersebut.

3.5.7 Pengamatan Metallography

Setelah proses pengambilan dan perhitungan dilakukan, selanjutnya adalah melakukan pengamatan metallography melalui beberapa proses penghalusan permukaan logam, setelah permukaan halus kurang lebih seperti cermin kemudian selanjutnya dilakukan fotomikro.

Spesimen yang difoto mikro adalah baja A131 GRADE AH36 yang belum mendapatkan proses apapun dan yang telah direndam dalam larutan medium korosif dan penambahan inhibitor ekstrak daun jambu biji dalam berbagai variasi konsentrasi dan waktu perendaman.

Langkah – langkah pengamatan struktur mikro dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

a. Proses Grinding

Penggosokan dilakukan secara bertahap menggunakan mesin grinding. Tahap awal yaitu menghilangkan goresan – goresan yang agak kasar hingga merata dan halus (bekas goresan harus sejajar). Pada tahap ini penggosokan dilakukan dengan kertas gosok (amplas) mulai dari grid 400 dan dilanjutkan grid 600, 800, 1000, 1200, sampai yang terakhir grid 1500 semua penggosokan dilakukan searah dan selalu dialiri dengan air. Fungsinya adalah untuk melarutkan beram dalam air serta permukaan spesimen tidak panas.

b. Polishing

Polishing dilakukan pada mesin polisher, yaitu piringan yang di atasnya diberi lapisan kain beludru. Polishing dilakukan dengan sedikit menekan benda kerja

kekain beludru dengan menambahkan pasta sampai bekas goresan akibat proses gerinding hilang dan permukaan spesimen terlihat rata.

c. Etching

Proses mengetsa adalah proses mencelupkan spesimen kedalam larutan kimia. Larutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HNO₃ dan etanol 97% selama 55 detik lalu dimasukkan kedalam air bersih kemudian spesimen tersebut dibersihkan dengan tisu kering, setelah itu dikeringkan dengan hairdriyer. Hal ini bertujuan untuk memperjelas gambar struktur mikro pada mikroskop dan untuk melengkapi analisis yang dilakukan.

d. Pengambilan Foto Mikro

Pemeriksaan foto mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro yang diperoleh dari hasil proses pengkorosian pada baja A131 GRADE AH36 . Cara yang digunakan adalah dengan menggunakan mikroskop optik metalurgy. Pengambilan foto dilakukan pada permukaan yang terdapat korosinya untuk mengetahui terjadinya korosi dan jenis korosi yang terjadi. Pengambilan foto mikro harus tepat dan dapat mewakili seluruh struktur dalam variasi.

3.6 Analisis Data

3.6.1 Analisis dengan Metode Gravimetri

Setelah spesimen direndam, dilakukan penimbangan berat masing – masing spesimen pada selang waktu 7 hari sekali selama 35 hari pada setiap variasi konsentrasi. Langkah selanjutnya adalah perhitungan laju korosi. Perhitungan laju korosi ini menggunakan metode gravimeter (pengurangan berat). Untuk menghitung laju korosinya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Laju korosi} = \frac{3450000 \times W}{A \times T \times D}$$

Dimana :

Laju korosi = mils per year, (*mpy*)

W = berat yang hilang, (g)

A = luas, (cm²)

T = waktu, (jam)

D = *density*, (g/cm³)

(Sumber : ASTM G1, 1999 : 17)

Daya Inhibisi dihitung berdasarkan rumus empiris di bawah ini:

$$E = \frac{R_o - R_i}{R_o} \times 100 \%$$

Dimana :

E = Daya Inhibisi (%)

R_o = Laju korosi tanpa adanya inhibitor (*mpy*)

R_i = Laju korosi dengan adanya inhibitor (*mpy*)

(Sumber : Widharto, 1999 : 136)

Data yang dihasilkan adalah menghitung masa benda uji sebelum dan setelah perendaman untuk dibandingkan. Konversi satunya adalah massa perluasan terhadap waktu perendaman pada baja A131 GRADE AH36 . Kemudian dianalisis jenis korosinya dengan melihat proses terjadinya korosi pada saat perendaman dan didapat data. Sehingga dari sini data dibahas dan disimpulkan hasilnya.

3.6.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada saat melakukan penelitian. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan pemberian persentase ekstraksi inhibitor pada medium korosif.

Uji statistik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen faktorial. Dimana eksperimen faktorial digunakan apabila terdapat lebih dari satu faktor yang

mempengaruhi suatu penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi laju korosi adalah konsentrasi dan waktu. Analisis ini dilakukan untuk menyelidiki apakah terdapat perbedaan yang berarti mengenai efek konsentrasi dan waktu terhadap laju korosi (Sudjana, 1994).

Menurut Sudjana (1994), untuk menguji hipotesa di dalam eksperimen faktorial digunakan daftar ANOVA. Daftar ANOVA untuk eksperimen faktorial ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. ANOVA Desain Eksperimental Faktorial

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	F
Rata – rata	1	Ry	R	
Perlakuan				
A	a-1	Ay	A	Bergantung pada sifat taraf faktor
B	b-1	By	B	
AB	(a-1)(b-1)	Aby	AB	
Kekeliruan	ab(n-1)	Ey	E	
Jumlah	Abn	ΣY^2	-	-

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan

3.7.1 Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Variabel bebas pada percobaan ini adalah variasi konsentrasi inhibitor, dari 0, 1500, 2000, 2500 dan 3000 ppm

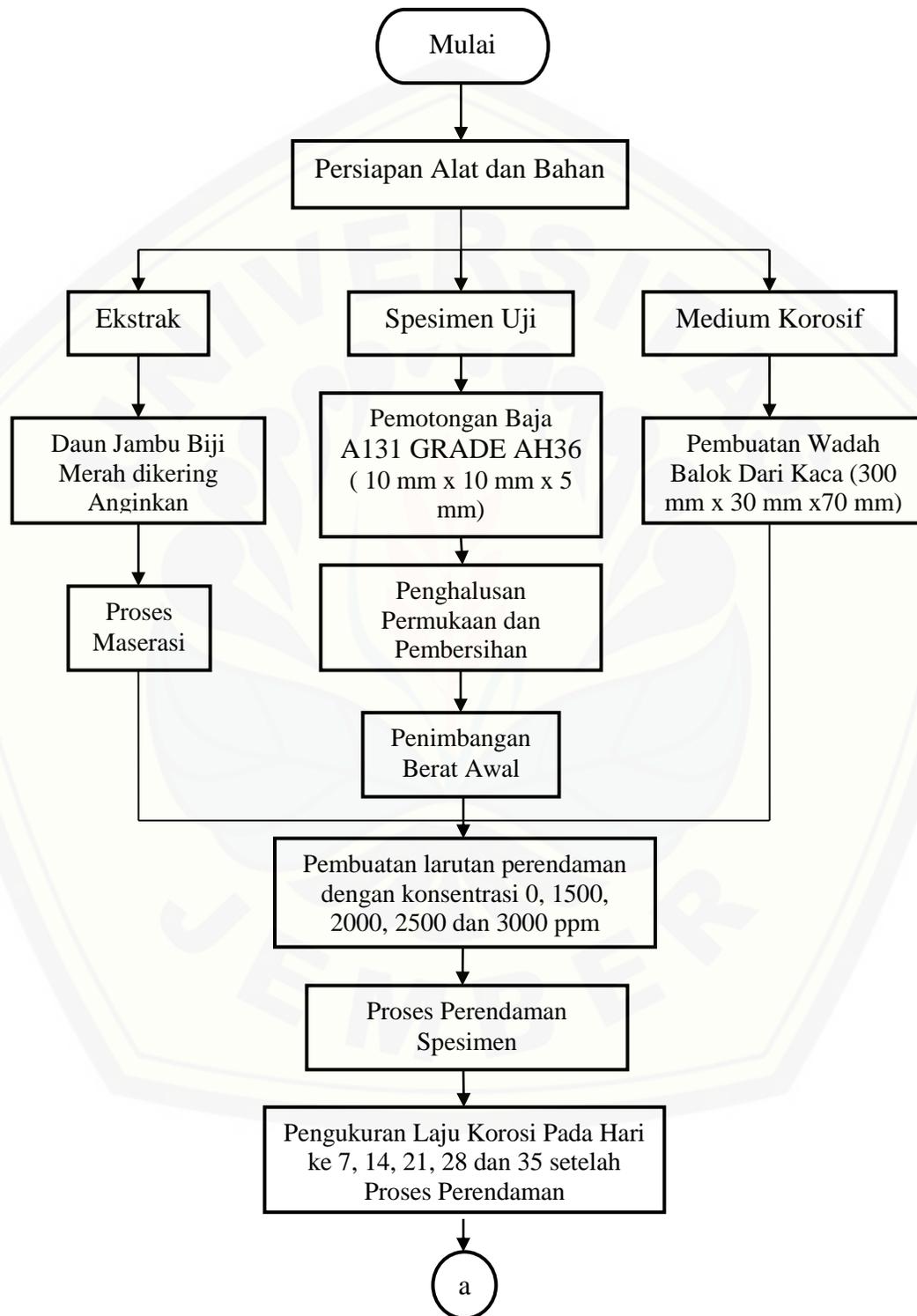
3.7.2 Variabel Terikat

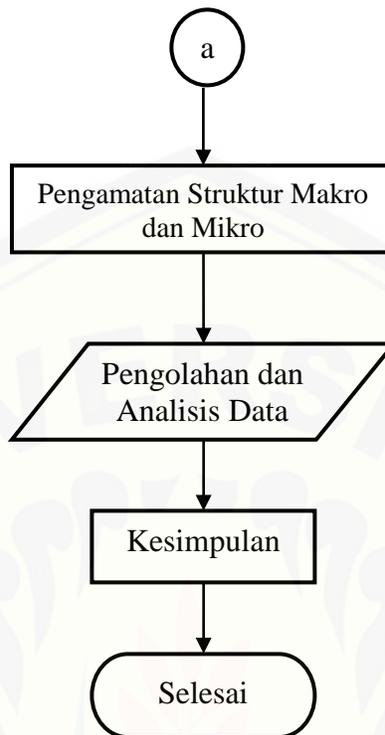
Variabel Terikat merupakan suatu variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan sepenuhnya oleh peneliti, tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil perhitungan *weight loss* dan laju korosi.

3.8 Hipotesis

Hipotesis awal penelitian ini adalah pemberian variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun Jambu biji merah berpengaruh pada laju korosi baja A131 GRADE AH36 . Semakin besar konsentrasi ekstrak daun jambu biji merah yang diberikan, semakin menurun laju korosi yang terjadi.

3.9 Diagram Alir Proses





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian