

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH INHIBITOR ALAMI AMPAS
KOPI TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL
BAJA KARBON RENDAH



Disusun oleh :
Bagus Hidayat
NIM 210608004

Dosen Pembimbing :
Rilo Chandra Muhamadin S.T ., M.T
NIP. 06612209492

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK

2025

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan sebuah skripsi dengan judul “ANALISIS PENGARUH INHIBITOR ALAMI AMPAS KOPI TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA KARBON RENDAH ”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik.

Dengan tersusunya ini penulis berharap kepada Bapak /Ibu pembimbing berkenan meluangkan waktu untuk membina dan membimbing pembuatan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Kedua Orang Tua yang telah memberikan motivasi dan semangat selama ini untuk bisa bertahan sejauh ini.
2. Rilo Chandra Muhamadin S.T., M.T selaku Dosen pembimbing Skripsi yang memberikan masukan dan membantu dalam proses skripsi
3. Ilham Arifin Pahlawan, S.ST., M.Sc selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik.
4. Alviani Hesthi Permata Ningtyas, S.T., M.Sc selaku dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik.
5. Benny Arif Pambudiarto, S.T., M.Eng selaku kaprodi Teknik Kimia yang telah meminjamkan tempat dan peralatan serta masukan untuk proses skripsi.
6. Teman seperjuang skripsi Rozik, Rengga, Rizal, Irfan, Anjas, Bima, Dimas nanda, Adityah, Renal dan teman – teman mesin angkatan 2021 serta teman – teman mesin lainya terima kasih menemani penulis dalam masa kuliah serta mengajarkan apa arti perjuangan.
7. Terima kasih kepada Cr 1 coffe yang telah memberikan ampas kopi untuk bahan penelitian.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa skripsi ini masih banyak kekurangannya untuk ini dengan kerendahan hati penulis mohon maaf yang sebesar – besarnya. Demikian untuk menjadikan periksa dan penulis berharap kritik dan saran, guna perbaikan dalam penulisan

ABSTRAK

Korosi merupakan permasalahan utama pada baja karbon rendah yang dapat menimbulkan kerugian besar di berbagai industri. Penggunaan inhibitor alami menjadi solusi ramah lingkungan untuk menghambat korosi. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas ekstrak ampas kopi sebagai inhibitor alami pada baja karbon rendah A36. Ampas kopi dipilih karena mengandung senyawa aktif seperti polifenol, flavonoid, dan asam klorogenat yang mampu menghambat reaksi korosi. Proses pelapisan dilakukan menggunakan metode elektrodposisi dengan larutan elektrolit CuSO_4 dan H_3BO_3 serta variasi waktu pelapisan. Analisis gugus fungsi dilakukan dengan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), yang menunjukkan lima gugus utama, yaitu O-H (3265 cm^{-1}), C-H (2960 cm^{-1}), C=O (1637 cm^{-1}), C=C (1377 cm^{-1}), dan C-O ($1273\text{--}1055\text{ cm}^{-1}$) yang berasal dari senyawa tanin, polifenol, kafein, dan asam klorogenat. Hasil uji weight loss menunjukkan bahwa waktu pelapisan 30 menit menghasilkan laju korosi terendah sebesar $12,681\text{ mmpy}$ dengan efisiensi inhibitor $21,45\%$, dibandingkan spesimen tanpa pelapisan sebesar $16,376\text{ mmpy}$. Hal ini membuktikan bahwa pelapisan elektrodposisi dengan ekstrak ampas kopi mampu membentuk lapisan Cu dan senyawa organik pelindung yang efektif dalam menurunkan laju korosi baja karbon rendah.

Kata kunci : korosi, inhibitor alami, ampas kopi, baja karbon rendah, elektrodposisi, FTIR, *Weight Loss*

ABSTRACT

Corrosion is a major problem in low-carbon steel that can cause significant losses in various industries. The use of natural inhibitors offers an environmentally friendly solution to mitigate corrosion. This study aims to analyze the effectiveness of coffee grounds extract as a natural corrosion inhibitor for low-carbon steel A36. Coffee grounds were selected because they contain active compounds such as polyphenols, flavonoids, and chlorogenic acid, which are capable of inhibiting corrosion reactions. The coating process was carried out using the electrodeposition method with an electrolyte solution of CuSO_4 and H_3BO_3 and variations in coating time. Functional group analysis was performed using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), which revealed five main groups: O-H (3265 cm^{-1}), C-H (2960 cm^{-1}), C=O (1637 cm^{-1}), C=C (1377 cm^{-1}), and C-O ($1273\text{--}1055\text{ cm}^{-1}$), derived from tannins, polyphenols, caffeine, and chlorogenic acid compounds. The weight loss test results showed that the 30-minute coating time produced the lowest corrosion rate of 12.681 mmpy with an inhibitor efficiency of 21.45%, compared to the uncoated specimen with 16.376 mmpy. This proves that electrodeposition coating using coffee grounds extract can form an effective Cu and organic protective layer that significantly reduces the corrosion rate of low-carbon steel.

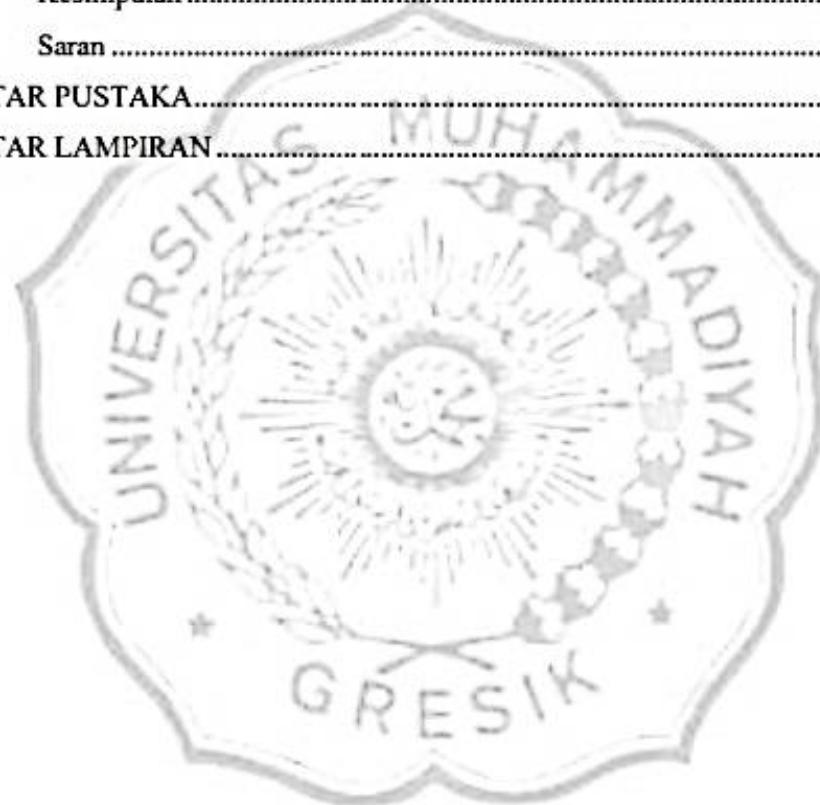
keyword : Corrosion, natural inhibitors, Coffee grounds, low carbon steel, electrodeposition, FTIR, , Weight Loss

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKEDIMISI.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Logam	8
2.2.1 Klasifikasi logam.....	8
2.2.2 Baja Karbon	9
2.2.3 klasifikasi Baja Karbon	10
2.3 Korosi	11
2.4.1 Korosi merata	12
2.4.2 Korosi sumuran	13
2.4.3 Korosi celah	13

2.4.4	Korosi antar butiran	14
2.4.5	Korosi <i>galvanik</i>	14
2.4.6	Korosi selektif.....	15
2.4.7	Korosi tegangan	16
2.4.8	Korosi erosi.....	17
2.5	Mekanisme korosi pada logam	17
2.6	Faktor – faktor yang mempengaruhi laju korosi.....	18
2.7	Pengendalian korosi.....	20
2.8	Inhibitor	22
2.9	Klasifikasi inhibitor	23
2.9.1	Ihibitor berdasarkan proses mekanisme penghambatnya.....	23
2.9.2	Inhibitor berdasarkan sifat senyawanya	27
2.10	Efisiensi Inhibitor.....	29
2.11	Proses ekstraksi	30
2.12	Tanin	32
2.13	Elektrodeposisi	33
2.14	Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR).....	34
2.15	Metode <i>Weight Loss</i>	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		37
3.1	Pengumpulan data.....	37
3.2	Alat dan bahan	38
3.2.1	Alat.....	39
3.2.2	Bahan	46
3.3	Prosedur penelitian	50
3.3.1	Persiapan ekstrak inhibitor.....	50
3.3.2	Analisis gugus kimia hasil ekstrasi	51
3.3.3	Persiapan spesimen	51
3.3.3	Pelapisan spesimen	51
3.3.4	Pengujian korosi.....	52
3.2.6	Analisis hasil	52
3.3	Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR).....	53
3.3	Pengujian <i>Weight Loss</i>	53

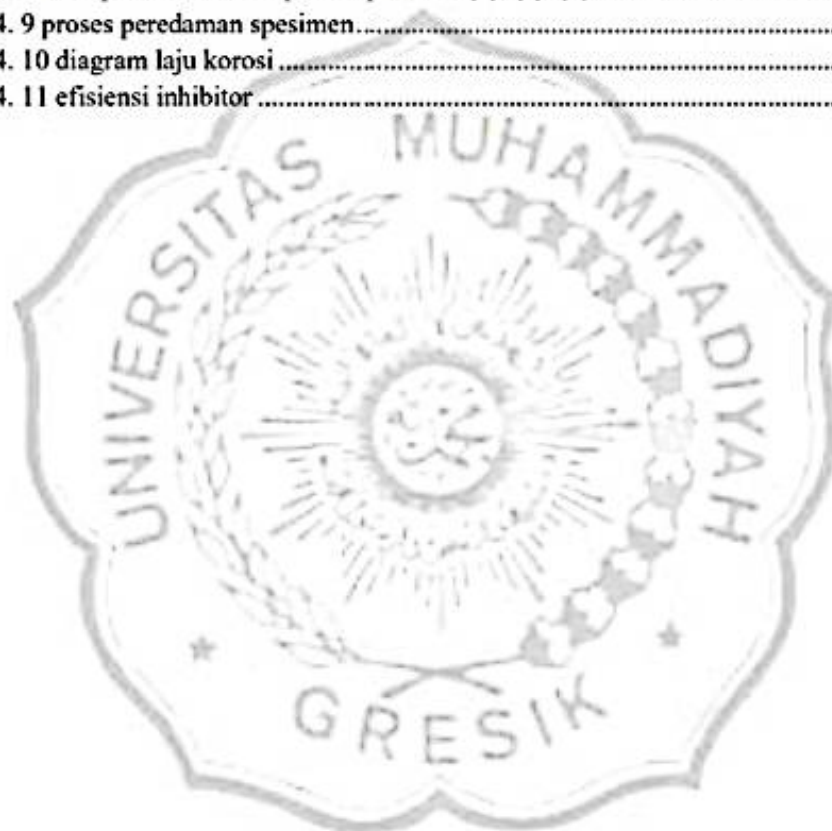
3.6	Diagram alir	54
3.7	Rancangan tabel pengambilan data.....	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Hasil Ekstraksi Ampas kopi.....	57
4.2	Karakterisasi Inhibitor Ampas Kopi dengan FTIR.....	59
4.3	Proses Elektrodeposisi	62
4.4	Pengujian Weight Loss	67
BAB V PENUTUP		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....		75
DAFTAR LAMPIRAN.....		78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 korosi merata.....	12
Gambar 2. 2 korosi sumuran.....	13
Gambar 2. 3 korosi celah pada sam.....	14
Gambar 2. 4 korosi antar butiran.....	14
Gambar 2. 5 korosi galvanik.....	15
Gambar 2. 6 korosi selektif.....	16
Gambar 2. 7 korosi tegangan.....	17
Gambar 2. 8 korosi erosi.....	17
Gambar 2. 9 mekanisme korosi.....	18
Gambar 2. 10 mekanisme inhibitor katodik.....	25
Gambar 2. 11 mekanisme inhibitor anodik.....	26
Gambar 2. 12 mekanisme inhibitor organik.....	29
Gambar 2. 13 proses elektrodeposisi.....	33
Gambar 2. 14 spektra FTIR.....	34
Gambar 3. 1 nampan.....	39
Gambar 3. 2 kain saring.....	39
Gambar 3. 3 oven furnace.....	40
Gambar 3. 4 sendok.....	40
Gambar 3. 5 mess no 40.....	40
Gambar 3. 6 toples kaca.....	41
Gambar 3. 7 corong.....	41
Gambar 3. 8 glass beker 100 ml.....	41
Gambar 3. 9 kertas saring no 40.....	42
Gambar 3. 10 destilator.....	42
Gambar 3. 11 termometer batang.....	42
Gambar 3. 12 vacum kompresor.....	43
Gambar 3. 13 Spektrofotometer FT-IR Spektrum.....	43
Gambar 3. 14 hot plate.....	43
Gambar 3. 15 magnetic stirr.....	44
Gambar 3. 16 bor listrik.....	44
Gambar 3. 17 mata bor 3mm.....	44
Gambar 3. 18 DC power supply.....	45
Gambar 3. 19 batang karbon.....	45
Gambar 3. 20 tisu.....	45
Gambar 3. 21 timbangan.....	46
Gambar 3. 22 kertas.....	46
Gambar 3. 23 tali.....	46
Gambar 3. 24 Ampas kopi.....	47
Gambar 3. 25 baja karbon A36.....	47
Gambar 3. 26 Ethanol.....	48
Gambar 3. 27 Aquades.....	48
Gambar 3. 28 $CuSO_4$	49
Gambar 3. 29 H_3BO_3	49
Gambar 3. 30 HCL.....	49
Gambar 3. 31 prosedur penelitian.....	50

Gambar 3. 32 skema elektrodeposisi	52
Gambar 3. 33 Diagram alir	54
Gambar 4. 1 (a) suhu oven, (b) hasil ampas kopi setelah dioven	57
Gambar 4. 2 (a) proses meserasi, (b) cairan ekstraksi ampas kopi, (c) cairan pekat ekstraksi ampas kopi hasil destilasi	59
Gambar 4. 3 spektra ekstrak ampas kopi	60
Gambar 4. 4 spesimen uji	62
Gambar 4. 5 berat awal spesimen : (a) tanpa pelapisan, (b) pelapisan 10 menit, (c) pelapisan 20 menit, (d) pelapisan 30 menit	64
Gambar 4. 6 proses pengadukan cairan elektrolit	64
Gambar 4. 7 proses elektrodeposisi	65
Gambar 4. 8 hasil proses elektrodeposisi spesimen (b), (c), (d)	67
Gambar 4. 9 proses peredaman spesimen	67
Gambar 4. 10 diagram laju korosi	69
Gambar 4. 11 efisiensi inhibitor	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai konstanta laju korosi berdasarkan satuanny	44
Tabel 3 1 Tabel pengujian Weight loss	58
Tabel 4. 1 gugus fungsi hasil uji spektra FTIR.....	61
Tabel 4. 2 variasi waktu elektrodeposisi setiap spesimen.....	62
Tabel 4. 3 berat massa spesimen sebelum dan setelah proses peredaman korosi.....	67



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar lampiran 1 uji FTIR	78
----------------------------------	----

