

**INHIBISI LAJU KOROSI PADA *STAINLESS STEEL* 316L
MENGUNAKAN *GREEN INHIBITOR* EKSTRAK BAWANG PUTIH
(*ALLIUM SATIVUM*) DENGAN MEDIA NaCl**



ILHAM SAPUTRA
NIM: 41318110032

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

INHIBISI LAJU KOROSI PADA *STAINLESS STEEL* 316L MENGGUNAKAN
GREEN INHIBITOR EKSTRAK BAWANG PUTIH (*ALLIUM SATIVUM*)
DENGAN MEDIA NaCl



Disusun oleh:

Nama : Ilham Saputra
NIM : 41318110032
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
DESEMBER 2023


HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ilham Saputra
NIM : 41318110032
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Inhibisi Laju Korosi pada *Stainless Steel* 316L
Menggunakan *Green Inhibitor* Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) dengan Media NaCl

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dra. I Gusti Ayu Arwati, Ph.D. ()
NIDN : 0010046408

Penguji 1 : Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., M.T. ()
NIDN : 112750348

Penguji 2 : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si. ()
NIDN : 0307078004

Jakarta, 19 Desember 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ilham Saputra

NIM : 41318110032

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : INHIBISI LAJU KOROSI PADA *STAINLESS STEEL 316L* MENGGUNAKAN *GREEN INHIBITOR* EKSTRAK BAWANG PUTIH (*ALLIUM SATIVUM*) DENGAN MEDIA NaCl

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 19 Desember 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Ilham Saputra)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah mencurahkan nikmat dan karunia-Nya. Karena atas izin dan ridho-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Inhibisi Laju Korosi Pada *Stainless Steel* 316L Menggunakan *Green Inhibitor* Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) Dengan Media NaCl”

Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT. Selaku dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
3. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT. selaku Sekprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Ibu I Gusti Ayu Dra, MT, Ph.D. selaku pembimbing dalam penulisan laporan Tugas Akhir
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik secara moril, materiil, spiritual selama kuliah hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Istri tercinta Selvi Lestari yang selalu memberikan semangat dan juga doa untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2018 Reguler 2 Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman, data-data yang dibutuhkan, serta masukan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak tersebut. ...

Jakarta, 19 Desember 2023



(Ilham Saputra)

ABSTRAK

Proses korosi tidak dapat dihindari, tetapi dapat diminimalisir dengan cara proteksi pada logam atau mengendalikan laju korosi. Salah satu cara proteksi logam dari proses korosi adalah dengan menggunakan inhibitor. Dampak toksisitas dan mencemari lingkungan, maka penggunaan inhibitor konvensional ini menjadi masalah baru terhadap pengaruh kesehatan manusia dan ekosistem. Dengan demikian *green inhibitor* menjadi alternatif untuk digunakan agar menghasilkan performa anti-korosi yang aman. Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan laju korosi menggunakan metode elektrokimia polarisasi potensiodinamik antara logam *stainless steel* 316L tanpa penambahan ekstrak bawang putih dengan penambahan larutan ekstrak bawang putih sebanyak 8 ml, 10 ml, dan 12 ml dalam media NaCl 3,5% untuk mengetahui potensi dan efisiensi dari ekstrak bawang putih sebagai *green inhibitor*. Sedangkan morfologi pada permukaan logam *stainless steel* 316L dilakukan uji *Scanning Electron Microscope* (SEM). Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil nilai rata rata laju korosi tertinggi sebesar 0,0082732 mmpy pada spesimen tanpa penambahan larutan ekstrak bawang putih dan nilai rata rata laju korosi terendah 0,0014547 mmpy pada spesimen dengan penambahan larutan ekstrak bawang putih sebanyak 12 ml sehingga didapat nilai efisiensi inhibisi maksimal sebesar 82%. Dari pengujian SEM morfologi permukaan logam *stainless steel* 316L terlihat ada gumpalan putih pada spesimen dengan penambahan larutan ekstrak bawang putih sebanyak 8 ml dan 12 ml.

Kata Kunci: Korosi, *Green Inhibitor*, Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*), *Scanning Electron Microscope* (SEM)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**INHIBITION OF CORROSION RATE ON STAINLESS STEEL 316L USING
GREEN INHIBITOR WHITE CHICKEN EXTRACT (*ALLIUM SATIVUM*)
WITH MEDIA NaCl**

ABSTRACT

The corrosion process cannot be avoided, but it can be minimized by protecting the metal or controlling the corrosion rate. One way to protect metals from corrosion is by using inhibitors. The impact of toxicity and polluting the environment, the use of conventional inhibitors is a new problem to the influence of human health and ecosystems. Thus green inhibitors become an alternative to be used to produce safe anti-corrosion performance. In this study, a comparative analysis of corrosion rates using the potentiodynamic polarization electrochemical method was carried out between 316L stainless steel metal without the addition of garlic extract and the addition of 8 ml, 10 ml, and 12 ml garlic extract solutions in 3.5% NaCl media to determine the potential and efficiency of garlic extract as a green inhibitor. While the morphology on the surface of 316L stainless steel metal is done Scanning Electron Microscope (SEM) test. After the research, the highest average corrosion rate of 0.0082732 mmpy was obtained in the specimen without the addition of garlic extract solution and the lowest average corrosion rate of 0.0014547 mmpy in the specimen with the addition of garlic extract solution as much as 12 ml so that the maximum inhibition efficiency value of 82% was obtained. From SEM testing of 316L stainless steel metal surface morphology, it can be seen that there are white clumps in the specimen with the addition of garlic extract solution.

Keywords: Corrosion, Green Inhibitor, Garlic Extract (*Allium Sativum*), Scanning Electron Microscope (SEM)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. KOROSI	6
2.2. JENIS KOROSI	7
2.2.1. Korosi Seragam (<i>Uniform Corrosion</i>)	7
2.2.2. Korosi Sumuran (<i>Pitting Corrosion</i>)	8
2.2.3. Korosi Antar Butir (<i>Intergranular Corrosion</i>)	8
2.2.4. Korosi Erosi (<i>Erosion Corrosion</i>)	9
2.2.5. Korosi Galvanik (<i>Galvanic Corrosion</i>)	10
2.2.6. Korosi Celah (<i>Crevice Corrosion</i>)	10
2.3. LAJU KOROSI	11

2.4.	PERLINDUNGAN KOROSI	12
2.4.1.	Proteksi Katodik	12
2.4.2.	<i>Coating</i>	13
2.4.3.	Pemilihan Material	13
2.4.4.	Inhibitor	13
2.5.	INHIBITOR	14
2.6.	JENIS-JENIS INHIBITOR	14
2.6.1.	Inhibitor Anodik	15
2.6.2.	Inhibitor Katodik	15
2.6.3.	Inhibitor Organik	16
2.6.4.	Inhibitor Ohmik	16
2.7.	<i>GREEN INHIBITOR</i>	16
2.8.	JENIS-JENIS <i>GREEN INHIBITOR</i>	17
2.8.1.	<i>Plants</i> (Tumbuhan)	17
2.8.2.	<i>Drugs</i> (Obat-obatan)	19
2.8.3.	<i>Amino Acids</i> (Asam Amino)	19
2.8.4.	<i>Surfactants</i> (Surfaktan)	20
2.8.5.	<i>Biopolymers</i> (Biopolimer)	20
2.8.6.	<i>Ionic Liquids</i> (Cairan Ionik)	21
2.9.	BAWANG PUTIH	21
2.10.	METODE ELEKTROKIMIA	24
2.11.	PENGUJIAN SEM	25
2.12.	<i>STAINLESS STEEL</i>	27
2.13.	<i>STAINLESS STEEL 316L</i>	27
2.14.	LARUTAN NaCl	28
2.15.	LARUTAN <i>PICKLING</i>	28
2.16.	PENELITIAN TERDAHULU	29

BAB III	METODOLOGI	33
3.1.	DIAGRAM ALIR	33
3.2.	TAHAPAN PROSES PENELITIAN	34
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1.	PENGUJIAN LAJU KOROSI DENGAN METODE ELEKTROKIMIA	41
4.2.	EFISIENSI INHIBISI EKSTRAK BAWANG PUTIH PADA LOGAM <i>STAINLESS STEEL</i> 316L	44
4.3.	HASIL UJI SEM PADA SPESIMEN SS316L TANPA PENAMBAHAN INHIBITOR DAN DENGAN PENAMBAHAN INHIBITOR	46
BAB V	PENUTUP	51
5.1.	KESIMPULAN	51
5.2.	SARAN	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Korosi Seragam (Outokumpu Stainless AB, 2013)	7
Gambar 2.2. Korosi Sumuran (Outokumpu Stainless AB, 2013)	8
Gambar 2.3. Korosi Antar Butir (Outokumpu Stainless AB, 2013)	9
Gambar 2.4. Korosi Erosi Corrosion engineering (Roberge, 2000)	9
Gambar 2.5. Korosi Galvanik (Outokumpu Stainless AB, 2013)	10
Gambar 2.6. Korosi Celah (Outokumpu Stainless AB, 2013)	11
Gambar 2.7. Diagram Jenis-jenis Inhibitor (Abdel-Karim & El-Shamy, 2022)	17
Gambar 2.8. Bagian-bagian Dasar Tanaman dan Senyawa Aktifnya	18
Gambar 2.9. Jalur Sintesis Senyawa Organosulfur Bawang Putih	22
Gambar 2.10. Kurva Polarisasi Tafel (Purwanto, 2018)	24
Gambar 2.11. Polarisasi Potensiodinamik Pada kurva Anodik (Gapsari, 2017)	25
Gambar 2.12. Skema Dasar SEM (Farikhin, 2016)	26
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2. Total Spesimen Pengujian	36
Gambar 3.3. Larutan Ekstrak Bawang Putih	36
Gambar 3.4. Alat Uji Potensiostat CS350	37
Gambar 3.5. Spesimen yang Telah disambungkan Kabel dan diberikan Lem Dextone	38
Gambar 3.6. Pengujian Spesimen tanpa penambahan Ekstrak Bawang Putih	39
Gambar 3.7. Pengujian Spesimen dengan penambahan Ekstrak Bawang Putih	39
Gambar 3.8. Alat Pengujian SEM (Yofatama, 2022)	40
Gambar 4.1. Grafik Polarisasi Potensiodinamik Nilai Potensial (E) terhadap Arus (I) SS316L dengan Variasi Konsentrasi Larutan Ekstrak Bawang Putih di Media NaCl 3,5%	41
Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara Efisiensi Inhibisi Ekstrak Bawang Putih terhadap Laju Korosi pada Logam <i>Stainless Steel</i> 316L	45
Gambar 4.3. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Ekstrak Bawang Putih pada Logam <i>Stainless Steel</i> 316L terhadap Efisiensi Inhibisi	45
Gambar 4.4. Hasil Uji SEM perbesaran 50x pada Spesimen SS316L (A) Tanpa Penambahan Inhibitor (B) Dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih 8 ml (C) Dengan Inhibitor Ekstrak	

Bawang Putih 12 ml	47
Gambar 4.5. Hasil Uji SEM perbesaran 500x pada Spesimen SS316L (A) Tanpa Penambahan Inhibitor (B) Dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih 8 ml (C) Dengan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih 12 ml	48
Gambar 4.6. Hasil Uji SEM perbesaran 1000x pada Spesimen SS316L (A) Tanpa Penambahan Inhibitor (B) Dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih 8 ml (C) Dengan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih 12 ml	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tingkat ketahanan korosi berdasarkan Laju Korosi (Fahrhani, 2021)	12
Tabel 2.2. Komposisi Kimia Baja <i>Stainless Steel</i> 316L (Akbar, 2022)	28
Tabel 3.1. Alat Penelitian	34
Tabel 3.2. Bahan-Bahan Penelitian	35
Tabel 4.1. Hasil Uji Potensiodinamik SS316L Tanpa Penambahan dan Dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Bawang Putih di Media NaCl 3,5%	43
Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Efisiensi Inhibisi Ekstrak Bawang Putih pada <i>Stainless Steel</i> 316L di Media NaCl	44



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$IE\%$	<i>IE percent Inhibition Efficiency</i>
W_0	Berat benda tanpa inhibitor
W_i	Berat benda dengan inhibitor
i_{corr}	Densitas arus korosi
E_{corr}	Potensial korosi
i_0	Densitas arus korosi dengan inhibitor
i	Densitas arus korosi tanpa inhibitor
R_{inh}	Resistansi dengan inhibitor
R	Resistansi tanpa inhibitor



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
Mpy	Mils per year
Mmpy	Millimeter per year
SCE	<i>Saturated Calomel Electrode</i>
S	<i>Sulfur</i>
N	<i>Nitrogen</i>
O	<i>Oxygen</i>
C	<i>Carbon</i>
P	<i>Phosporus</i>
BTA	<i>Benzotriazole</i>
MBT	<i>Methyl benzotriazole</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA