UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Efektifitas Inhibitor Organik dari Ekstrak Tumbuhan gambir untuk Pengendalian Korosi pada Pipa
Baja API 5L-X65 dan Efek Sinergisitas dengan Potasium Iodida, Imidazol dan Sodium Tungstat**
Ahmad Fauzan Suryono, Prof. Ir. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM; ASEAN Eng.; Ir. Priyo Tri Iswanto., S.T., M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DISERTASI ii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PROMOTOR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xxiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xxvii
DAFTAR LAMPIRAN xxx
INTISARI xxxi
ABSTRACT xxxiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan masalah 8
1.3 Asumsi dan batasan masalah 8
1.4 Tujuan penelitian 9
1.5 Manfaat penelitian 10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 11
2.1. Inhibitor alam 11
2.1.1. Inhibitor ekstrak tumbuhan 12
2.1.2. Mekanisme penghambatan korosi 17
2.2. Inhibitor imidazol 22
2.3. Sodium tungstat 25
2.3. Efek sinergis inhibitor 28
2.4. Keaslian penelitian 31
BAB III LANDASAN TEORI 33
3.1. Material Pipa 33
3.1.1. Baja 34
3.1.2. Baja *High Strength Low Alloy* (HSLA) 35
3.1.3. Baja paduan tinggi (*High alloy steels*) 37
3.1.4. Baja ASTM 37
3.1.5. *American Petroleum Institute* (API) 38

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Studi Efektifitas Inhibitor Organik dari Ekstrak Tumbuhan gambir untuk Pengendalian Korosi pada Pipa
Baja API 5L-X65 dan Efek Sinergisitas dengan Potasium Iodida, Imidazol dan Sodium Tungstat
Ahmad Fauzan Suryono, Prof. Ir. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM; ASEAN Eng.; Ir. Priyo Tri Iswanto., S.T., M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.1.6. *Thermo Mechanical Controlled Process* (TMCP) pada Baja HSLA 39
3.3. Proses pembuatan pipa 42
3.3. Pipa baja *seamless* 43
3.4. Pengantar korosi 44
3.5. Reaksi elektrokimia 45
3.6. Polarisasi 46
3.7. Korosi CO_2 (*sweet corrosion*) 49
3.8. Korosi H_2S (*sour corrosion*) 51
3.9. Pengujian fenomena korosi 52
3.9.1. Polarisasi Tafel 52
3.9.2. *Electrochemical impedance spectroscopy* (EIS) 56
3.10. Pengendalian korosi 59
3.10.1. Proses perancangan (*design inprovement*) 60
3.10.2. Pemilihan material yang tahan terhadap korosi 61
3.10.3. Mengubah potensial logam (*change of potensial*) 62
3.10.4. Pelapisan logam (*coating*) 64
3.10.5. Merekayasa kondisi lingkungan (*change of environment*) 67
3.11. Inhibitor 68
3.12. Tanin 78
3.13. Hipotesis Penelitian 81
BAB IV METODE PENELITIAN 84
4.1. Bahan penelitian 84
4.1.1. Pipa baja API 5L X 84
4.1.2. Gambir 86
4.1.3. Bahan pengujian korosi 86
4.2. Alat penelitian 87
4.3. Variabel penelitian 88
4.4. Tahapan pelaksanaan penelitian 90
4.4.1. Pembuatan ekstrak 102
4.4.2. Pengujian karakteristik ekstrak gambir 103

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Studi Efektifitas Inhibitor Organik dari Ekstrak Tumbuhan gambir untuk Pengendalian Korosi pada Pipa
Baja API 5L-X65 dan Efek Sinergisitas dengan Potasium Iodida, Imidazol dan Sodium Tungstat
Ahmad Fauzan Suryono, Prof. Ir. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM; ASEAN Eng.; Ir. Priyo Tri Iswanto., S.T., M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.4.3. Persiapan larutan pengujian 104
4.4.4. Persiapan sampel pengujian 106
4.4.5. Pengamatan makro dan struktur mikro 107
4.4.6. Pengujian tarik 109
4.4.7. Pengujian kekerasan 110
4.4.8. Pengujian korosi 111
4.4.9. Mekanisme isoterm adsorpsi 115
4.4.10. Pengujian karakteristik permukaan 116
4.4.11. Analisis kimia kuantum 117
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 120
5.1. Pengukuran Karakteristik baja API 5L X65 120
5.1.1. Penentuan komposisi kimia baja API 5L X65 120
5.1.2. Struktur Mikro 120
5.1.3. Sifat mekanis 122
5.2. Pembuatan ekstraksi Gambir 122
5.3. Analisis kimia senyawa gambir 124
5.3.1. FT-IR 124
5.3.2. Karakterisasi UV-vis 125
5.3.3. Pengujian Fitokimia (*phytoconstituen*) 127
5.4. Pengujian Ekstrak Gambir sebagai Inhibitor korosi dalam larutan 3,5% NaCl + 100 ppm $NaHCO_3$ 128
5.4.1. *Open circuit* (OC) 128
5.4.2. Polarisasi potensiodinamik (Tafel) 129
5.4.3. Pengujian EIS 134
5.4.4. Perbandingan efisiensi ekstrak gambir dengan beberapa inhibitor 139
5.4.5. Mekanisme adsorpsi 141
5.4.6. Analisis FESEM/ EDS 145
5.4.7. Analisis XRD 150
5.4.8. Analisis AFM 152
5.4.9. Mekanisme penghambatan korosi 154

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Efektifitas Inhibitor Organik dari Ekstrak Tumbuhan gambir untuk Pengendalian Korosi pada Pipa
Baja API 5L-X65 dan Efek Sinergisitas dengan Potasium Iodida, Imidazol dan Sodium Tungstat**
Ahmad Fauzan Suryono, Prof. Ir. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM; ASEAN Eng.; Ir. Priyo Tri Iswanto., S.T., M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.4.10. Analisis kimia kuantum 157
5.5. Pengujian *Tannic Acid* (TA) sebagai inhibitor korosi di dalam larutan 3,5% NaCl dan 100 ppm $NaHCO_3$ 163
5.5.1. Karakterisasi FT-IR TA 163
5.5.2. Polarisasi potensiodinamik (Tafel) 165
5.5.3. *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) 167
5.5.4. Isoterm adsorpsi dan penghambatan TA 172
5.5.5. Pengujian FESEM/EDS dan XRD 174
5.5.6. Pengujian AFM 179
5.5.7. Mekanisme korosi dan penghambatan 181
5.6. Pengujian efek sinergis ekstrak gambir (GE) dengan *Potassium Iodide* (KI) sebagai inhibitor korosi di dalam larutan 3,5% NaCl dan 100 ppm $NaHCO_3$. 182
5.6.1. Karakterisasi FT-IR 182
5.6.2. Karakterisasi UV-Vis 184
5.6.3. Polarisasi potensiodinamik 186
5.6.4. *Electrochemical impedance spectroscopy* (EIS) 195
5.6.5. Isoterm adsorpsi pada GE/KI pada permukaan baja API 5L X65 201
5.6.6. Analisis permukaan 204
5.6.7. Pengamatan dengan AFM 210
5.6.8. Mekanisme Penghambatan korosi 213
5.7. Pengujian efek sinergis ekstrak gambir (GE) dengan Imidazol (IM) sebagai inhibitor korosi di dalam larutan 3,5% NaCl dan 100 ppm NaHCO3 215
5.7.1. Karakterisasi FT-IR 215
5.7.2. Karakterisasi UV-Vis 218
5.7.3. Polarisasi Potesiodinamik (Tafel) 221
5.7.4. *Electrochemical impedance spectroscopy* (EIS) 227
5.7.5. Isoterm adsorpsi pada GE/IM pada permukaan baja API 5L X65 236

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Studi Efektifitas Inhibitor Organik dari Ekstrak Tumbuhan gambir untuk Pengendalian Korosi pada Pipa
Baja API 5L-X65 dan Efek Sinergisitas dengan Potasium Iodida, Imidazol dan Sodium Tungstat**
Ahmad Fauzan Suryono, Prof. Ir. M. Noer Ilman, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM; ASEAN Eng.; Ir. Priyo Tri Iswanto., S.T., M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.7.6. Analisis permukaan 240
5.7.7. Mekanisme Penghambatan korosi 246
5.8. Pengujian efek sinergis ekstrak gambir (GE) dengan sodium tungstat (Na_2WO_4) sebagai inhibitor korosi di dalam larutan 3,5% NaCl dan 100 ppm $NaHCO_3$ 253
5.8.1. Karakterisasi FT-IR 253
5.8.2. Karakterisasi UV-Vis 255
5.8.3. Polarisasi potensiodinamik 257
5.8.4. *Electrochemical impedance spectroscopy* (EIS) 268
5.8.5. Isoterm adsorpsi pada GE/Na_2WO_4 pada permukaan baja API 5L X65 275
5.8.6. Analisis permukaan 278
5.8.7. Pengamatan dengan AFM 285
5.8.8. Mekanisme Penghambatan korosi 290
5.9. Perbandingan kinerja inhibitor 292
BAB VI PENUTUP 296
6.1. Kesimpulan 296
6.2. Saran 298
DAFTAR PUSTAKA 299
LAMPIRAN 316