

**EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*) SEBAGAI  
INHIBITOR KOROSI BAJA St.37 DALAM  
MEDIUM ASAM KLORIDA**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

**Oleh**

**Ayu Fika Helmi**

**BP : 1110411005**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2016**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa dosen/tenaga kependidikan\* Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama lengkap : Ayu Fika Helmi  
No. BP/NIM/NIDN : 1110411005  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : MIPA  
Jenis Tugas Akhir : TAD3, Skrpsi Tesis/Disertasi/.....\*\*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

Ekstrak Daun Pucuk Merah (Syzygium oleana) sebagai Inhibitor Fungi  
Beta St-37 dalam Medium Asam Elorida

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang.....  
Pada tanggal 10 Maret 2016.....  
Yang menyatakan,

  
(Ayu Fika Helmi.....)

\* pilih sesuai kondisi

\*\* termasuk laporan penelitian, laporan pengabdian masyarakat, laporan magang, dll

**EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*) SEBAGAI  
INHIBITOR KOROSI BAJA St.37 DALAM  
MEDIUM ASAM KLORIDA**

**SKRIPSI SARJANA KIMIA**

Oleh

**Ayu Fika Helmi**

**BP : 1110411005**



Skripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Andalas

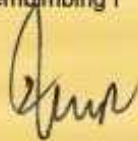
**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2016**

## HALAMAN PENGESAHAN

EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*) sebagai Inhibitor Korosi Baja St.37 dalam Medium Asam Klorida. Sripsi oleh Ayu Fika Helmi (BP: 1110411005) diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Disetujui oleh :

Pembimbing I



**Prof. Dr. Emriadi, MS**

NIP. 196204091987031003

Pembimbing II

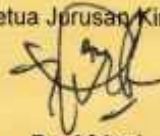


**Drs. Yeni Stiadi, MS**

NIP. 196310291989011001

Mengetahui:

Ketua Jurusan Kimia



**Dr. Afrizal**

NIP. 196002091987031004

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Padang, 5 Januari 2016



Ayu Fika Helmi



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-Maa 5)  
Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar-Rahman 13)  
Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi  
ilmu beberapa derajat  
(QS: Al-Majadilah 11)

Alhamdulillah.. Alhamdulillah.. Alhamdulillahirobbil alamin..

Sujud syukurku kusembahkan kepadamu Tuhan yang Maha Agung nan Maha Tinggi nan Maha Adil  
nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berpikir, berilmu,  
beriman dan bersabar dalam menjalani kehidupan ini. Semoga keberhasilanku ini menjadi satu langkah awal  
bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Terimakasih sebesar-besarnya untuk kedua orang tuaku yang sangat aku cintai Papa (Helmi Nurlin)  
dan Mama (Hendra Yufila) yang telah senantiasa memberikan perhatian, pengertian, nasihat, kasih sayang  
dan banting tulang untuk "kami" serta memberikan dorongan, dukungan, semangat, dan senantiasa selalu  
mendukungku dengan sepenuh hati. Semoga Papa dan Mama selalu di berikan kesehatan dan tidak lupa  
kasih sayangMu kepada kami. Amin

Terimakasih kepada kakak dan adikku (Annisa Ary Helmi, S.Tarm., Api dan Muhammad Radian  
Heimi) terimakasih atas segala dukungannya dan memberikannya semangat. Semoga kita sebagai buah hati dari  
mama, papa sukses dan membahagiakan Papa dan Mama. Amin..

Terimakasih kepada keluarga besarku (di antaranya: nenek, kakek, om nen, kpk, yati, ante dewi, ante lili,  
om bes) selanjutnya Kepada saudara seipukku (di antaranya: Zahra, Tika, Faiz dan Ghani) yang telah  
senantiasa memberikan dukungan, semangat dan to'a kalian yang akhirnya fika wisuda

Terimakasih kepada bapak Prof. Dr. Emnadi, MS dan bapak Yuni Stadi, MS yang senantiasa selalu  
sabar dalam membimbing dan membantu menyelesaikan tugas akhir. Semoga ilmu yang bapak berikan dapat  
dimanfaatkan dan diterapkan semaksimal mungkin. Amin..

Terimakasih kepada someone special "boyfriend" (Muhammad Rizky) yang telah senantiasa membantu dan  
memberikan dukungan, semangat, dorongan, saran dan nasihat. Maaf yaa selama dari penelitian, seminar  
hari, kompre dan sampai sekarang sudah membuatmu marah marah bikin kesal apalagi merempotkanmu.  
Semoga dari apa yang kamu berikan dan ku perjuangkan tidak sia-sia. Amin..

Terimakasih kepada sobep-sobepku tersayang (Andrus Azinal, S.Si dan Arelina Dwika Harli, S.Si) yang  
telah "wisuda" duluan hehehe walaupun kalian sudah wisuda duluan tapi kalian telah memberikan semangat  
dan dukungan. Semoga kalian sukses dunia dan akhirat yaa sobep sayang :\* [ ]

Terimakasih kepada adik-adik BP GOS "Deong-ocong lino" (di antaranya: Yoga, Suci Happy, Dilla, Billy,  
Yola, Fickri, Mitra, Visha, Puta, Harits, dan Harry) yang telah senantiasa memberikan semangat.

Terimakasih kepada seluruh rekan-rekan seperjuangan di Laboratorium Elektrokimia. Terimakasih kepada rombongan-rombongku (Putri, Dilla, Sari, Icut, Kak dora, Lova) yang telah senantiasa membantu dalam penelitian ini.

Terimakasih kepada sahabat konyco-konyoku (Putri, Olan, Sari, Yuka, Tari) yang telah senantiasa bersahabat denganku serta memberiku semangat, dukungan, dan mewarnai hidupku dengan kelian. Semoga kita akan tetap bersahabat yaa guys :\*) Terimakasih juga kepada temans seperjuanganku "Partai Karez" (Zherik, Nanda Siti Hamzaini, Yolla Marta, Raza Meha Usmi, Annisa Rahayu, Gustriyani, Desi Nur Akhri, Indah Kurnia, Sayyidatus Salmi, Rahmadani Safitri, Febr Yashinta, Kak Mirawati, Pitria Ramadhani dan Kak Faradiba) akhirnya kita wisuda meski harus bersabar dikity sa hehe Dan Terimakasih juga kepada Nadira, S.Si yang telah mengisi hari-hari di kampus dengan igmi "partai karez" hehe

Terimakasih kepada teman-teman seperjuanganku khususnya UNSILENTSILE yang tak bisa disebutkan satu persatu terimakasihku ucapkan atas segala bantuannya.

Terimakasih kepada teman-temanku Ekonomi EOC\* (diantaranya: Nover, Inya, Pita, Pinda, Dina, Agung, Emok, Casper, Incek, It, Ari, Cilam, Peri, Dima, Dika dll) yang telah bersedia senantiasa bersahabat denganku yang berbeda dari kalian dan mewarnai hidup-hidupku dengan kalian. Terimakasih juga kepada Vinny yang telah membolehkan idur dikosentus selama beberapa hari menjelang sebelum sidang kompre.  
Thank you so much my economic friends.

Terimakasih juga kepada Seluruh Kosan (diantaranya bui des dan nenek) yang telah senantiasa memberikan cilotehan-cilotehan dari mulaiin gomel-ngomel permasalahan air, sampai, pagar, lampu dan kamar mandi hahaha tapi sebenarnya buk des dan nenek baik, Semoga buk des dan nenek di berikan kesehatan (Kurangi ngomel? nya yaa buk des) serta memberikanku lask paxk (walaupun kadang-kadang) hiiiii

Terimakasih juga kepada anak-anak kosan (diantaranya Okky Priandani, S.E, Oktari Winata, Amd, Wati Rahma, Amd, Hanna Syevitri, Sherlyn, Putri, Poppy Angul, Risa, Vem, Shanti, Wati dan nunuk) yang telah bersedia dan senantiasa figh mein ke kamar kalian satu persatu khususnya tempat okky, sherlyn, putri, hanna, poppy, tari, dan wati) Dan yang terakhir untuk Tari dan Risa akhirnya kita wisuda juga walaupun di Wisuda periode I. Semoga kelian terutama anak-anak kosan selalu di berikan kesehatan dan sukses yaa.  
Amin.

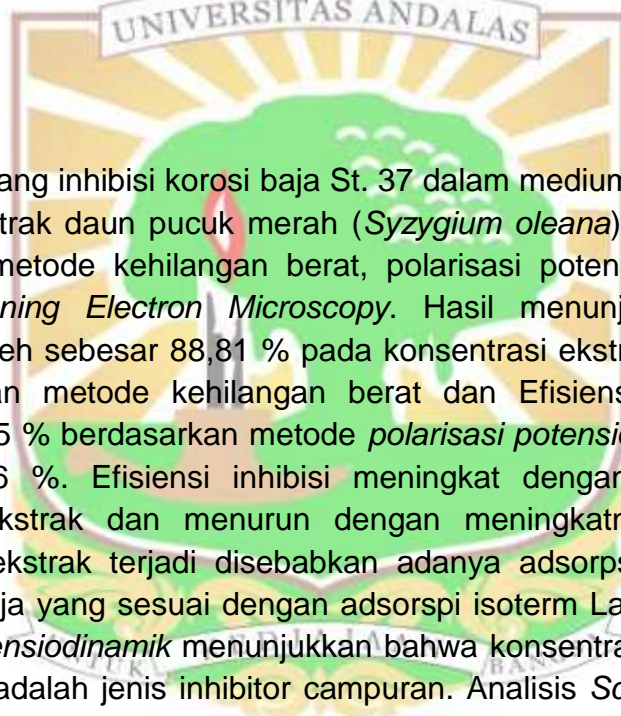
## INTISARI

### EKSTRAK DAUN PUCUK MERAH (*Syzygium oleana*) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA St. 37 DALAM MEDIUM ASAM KLORIDA

Oleh :

Ayu Fika Helmi (BP : 1110411005)

Prof. Dr. Emriadi, MS dan Drs. Yeni Stiadi, MS



Penelitian tentang inhibisi korosi baja St. 37 dalam medium asam klorida 1 N dengan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) telah dilakukan berdasarkan metode kehilangan berat, polarisasi potensiodinamik, dan analisis *Scanning Electron Microscopy*. Hasil menunjukkan efisiensi inhibisi diperoleh sebesar 88,81 % pada konsentrasi ekstrak optimum 0,5 % berdasarkan metode kehilangan berat dan Efisiensi inhibisi pada konsentrasi 0,5 % berdasarkan metode *polarisasi potensiodinamik* adalah sebesar 84,06 %. Efisiensi inhibisi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak dan menurun dengan meningkatnya temperatur. Inhibisi oleh ekstrak terjadi disebabkan adanya adsorpsi ekstrak pada permukaan baja yang sesuai dengan adsorpsi isoterm Langmuir. Metode *polarisasi potensiodinamik* menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak daun pucuk merah adalah jenis inhibitor campuran. Analisis *Scanning Electron Microscopy* menunjukkan adanya perbedaan permukaan ekstrak daun pucuk merah yang direndam dalam HCl tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah. Hasil analisis FTIR memperlihatkan adanya interaksi antara ekstrak daun pucuk merah dengan permukaan baja.

**Kata kunci** : *Syzygium oleana*, Inhibisi korosi, Kehilangan berat, Isoterm Langmuir, Polarisasi potensiodinamik, *Scanning Electron Microscopy*.

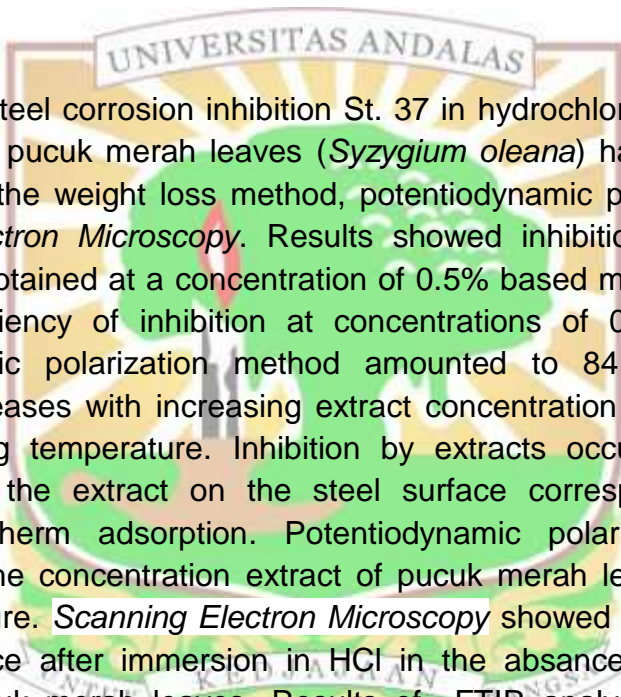


## ABSTRACT

### EXTRACT OF PUCUK MERAH LEAVES (*Syzygium oleana*) AS CORROSION INHIBITOR FOR STEEL St. 37 IN HYDROCHLORIC ACID CHLORIDE MEDIUM

By :

Ayu Fika Helmi (BP : 1110411005)  
Prof. Dr. Emriadi, MS and Drs. Yeni Stiadi, MS



Research on steel corrosion inhibition St. 37 in hydrochloric acid medium with extract of pucuk merah leaves (*Syzygium oleana*) has been carried out based on the weight loss method, potentiodynamic polarization, and *Scanning Electron Microscopy*. Results showed inhibition efficiency of 88.81% was obtained at a concentration of 0.5% based on weight loss and efficiency of inhibition at concentrations of 0.5% based on potentiodynamic polarization method amounted to 84.06%. Inhibition efficiency increases with increasing extract concentration and decreases with increasing temperature. Inhibition by extracts occurs due to the adsorption of the extract on the steel surface corresponding to the Langmuir isotherm adsorption. Potentiodynamic polarization method showed that the concentration extract of pucuk merah leaves is kind of inhibition mixture. *Scanning Electron Microscopy* showed the morphology of steel surface after immersion in HCl in the absence and presence extract of pucuk merah leaves. Results of FTIR analysis showed the interaction between the extract of pucuk merah leaves with steel surfaces.

**Keywords:** *Syzygium oleana*., corrosion inhibition, weight loss, Langmuir adsorption isotherm, potentiodynamic polarization, *Scanning Electron Microscopy*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium olearia*) sebagai Inhibitor Korosi Baja St 37 Dalam Medium Asam Klorida". Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, arahan, nasihat, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Emriadi, MS selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Yeni Stiadi, MS selaku pembimbing II yang telah memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Afizal selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang.
4. Ibu Dr. Ziifa selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dalam perkuliahan.
6. Analis laboratorium dan rekan kerja di Laboratorium Elektrokimia/Fotokimia Jurusan Kimia.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan sepenuhnya hanyalah milik-Nya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Padang, 5 Januari 2016



Penulis

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN.....  | iv   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....   | v    |
| INTISARI.....  | vi   |
| ABSTRACT.....  | vii  |
| UCAPAN TERIMA KASIH.....   | viii |
| DAFTAR ISI.....  | ix   |
| DAFTAR GAMBAR.....   | xi   |
| DAFTAR TABEL.....  | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....   | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....  | xiv  |
| BAB I. PENDAHULUAN.....  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang Penelitian.....  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....  | 2    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....  | 2    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....   | 2    |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....  | 3    |
| 2.1. Daun Pucuk Merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....  | 3    |
| 2.2. Tanin .....   | 4    |
| 2.3. Baja.....   | 4    |
| 2.4. Korosi.....   | 5    |
| 2.5. Inhibitor Korosi.....   | 6    |
| 2.6. Isoterm Adsorpsi.....   | 7    |
| 2.7. Metode Pengukuran.....  | 8    |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....  | 10   |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....  | 10   |
| 3.2. Alat, Bahan dan Instrumentasi.....  | 10   |
| 3.3. Prosedur Penelitian.....  | 10   |
| 3.3.1. Persiapan spesimen baja.....  | 10   |
| 3.3.2. Pembuatan ekstrak daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....  | 11   |
| 3.3.3. Uji fitokimia.....  | 11   |
| 3.3.4. Pembuatan larutan induk Asam Klrida 5 N.....  | 11   |
| 3.3.5. Pembuatan medium korosif dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....                              | 11   |
| 3.3.6. Penentuan laju korosi berdasarkan metode kehilangan berat dengan adanya pengaruh suhu.....  | 11   |
| 3.3.7. Pengukuran polarisasi potensiodinamik.....  | 12   |
| 3.3.8. Analisis FTIR.....  | 12   |
| 3.3.9. Analisis SEM.....   | 12   |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....  | 13   |
| 4.1 Uji Kualitatif Tanin Ekstrak Daun Pucuk Merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....  | 13   |
| 4.2. Analisis Metode Kehilangan Berat.....   | 13   |
| 4.2.1. Laju korosi selama 7 jam dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1 N pada variasi suhu perendaman selama 7 jam..... | 13   |

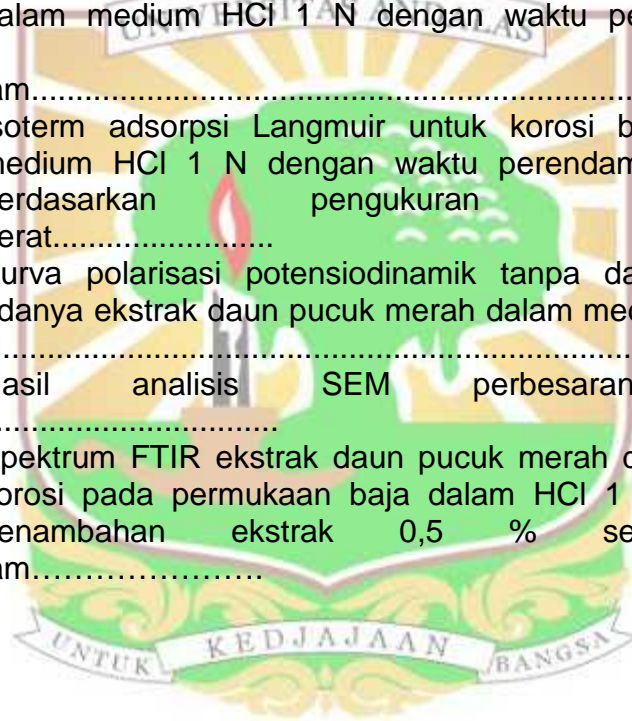
|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.2.2  | Efisiensi korosi dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1 N pada variasi suhu perendaman selama 7 jam..... | 15 |
| 4.3.   | Penentuan Energi Aktivasi.....  | 16 |
| 4.4.   | Penentuan Isoterm Adsorpsi.....   | 18 |
| 4.5.   | Pengukuran Polarisasi Potensiodinamik.....  | 19 |
| 4.6.   | Analisis SEM.....   | 21 |
| 4.7.   | Analisis FTIR.....  | 23 |
| BAB V. | KESIMPULAN DAN SARAN.....   | 24 |
| 5.1.   | Kesimpulan.....   | 24 |
| 5.2.   | Saran.....  | 24 |
|        | DAFTAR PUSTAKA.....   | 25 |
|        | LAMPIRAN.....   | 28 |





## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Tanaman daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....   | 3  |
| Gambar 2.2 | Struktur tanin.....  | 4  |
| Gambar 4.1 | Pengaruh konsentrasi ekstrak daun pucuk merah terhadap laju korosi baja dalam medium HCl 1 N selama 7 jam.....                               | 14 |
| Gambar 4.2 | Pengaruh konsentrasi ekstrak daun pucuk merah terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium HCl 1 N selama 7 jam.....                 | 15 |
| Gambar 4.3 | Aluran Arrhenius $1/T$ ( $K^{-1}$ ) vs $\ln v$ untuk korosi baja dalam medium HCl 1 N dengan waktu perendaman 7 jam.....                     | 16 |
| Gambar 4.4 | Isoterm adsorpsi Langmuir untuk korosi baja dalam medium HCl 1 N dengan waktu perendaman 7 jam berdasarkan pengukuran kehilangan berat.....  | 18 |
| Gambar 4.5 | Kurva polarisasi potensiodinamik tanpa dan dengan adanya ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1 N.....                                  | 19 |
| Gambar 4.6 | Hasil analisis SEM perbesaran 1000 x.....  | 20 |
| Gambar 4.7 | Spektrum FTIR ekstrak daun pucuk merah dan produk korosi pada permukaan baja dalam HCl 1 N dengan penambahan ekstrak 0,5 % selama 7 jam..... | 21 |



## DAFTAR TABEL

|           |  |     |    |
|-----------|--|-----|----|
| Tabel 4.1 | Hasil fitokimia.....   | uji | 13 |
| Tabel 4.2 | Nilai energi aktivasi tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah.....   |     | 17 |
| Tabel 4.3 | Parameter termodinamik untuk adsorpsi ekstrak daun pucuk merah pada baja St.37 dalam HCl 1 N pada masing-masing suhu berdasarkan isoterm Langmuir.....                 |     | 18 |
| Tabel 4.4 | Nilai potensial korosi, arus korosi dan efisiensi inhibisi korosi baja dari ekstrapolasi aluran tafel tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah..... |     | 20 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Lampiran 1.  | Skema kerja persiapan awal baja.....   | 28 |
| Lampiran 2.  | Skema kerja pembuatan ekstrak daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....   | 28 |
| Lampiran 3.  | Skema kerja Uji Fitokimia.....   | 29 |
| Lampiran 4.  | Pembuatan larutan induk Asam Klorida.....  | 31 |
| Lampiran 5.  | Skema kerja penentuan kehilangan berat di dalam medium HCl tanpa adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah.....                               | 31 |
| Lampiran 6.  | Skema kerja pengukuran polarisasi potensiostatik....   | 32 |
| Lampiran 7.  | Skema kerja persiapan baja untuk analisis SEM.....   | 32 |
| Lampiran 8.  | Gambar daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> ).....  | 33 |
| Lampiran 9.  | Gambar perendaman baja dalam medium HCl tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah.....                                       | 33 |
| Lampiran 10. | Gambar alat potensiostat.....  | 34 |
| Lampiran 11. | Gambar alat SEM.....   | 34 |
| Lampiran 12. | Gambar alat <i>rotary evaporator</i> .....   | 34 |
| Lampiran 13. | Perhitungan % nilai kehilangan berat baja (% m).....   | 35 |
| Lampiran 14. | Nilai % kehilangan berat baja dalam medium HCl tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak pada variasi suhu dengan waktu perendaman 7 jam..... | 36 |
| Lampiran 15. | Nilai laju korosi baja dalam medium HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak pada variasi suhu dengan waktu perendaman 7 jam.....    | 37 |
| Lampiran 16. | Perhitungan nilai laju korosi baja .....   | 38 |
| Lampiran 17. | Nilai % efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak dengan waktu perendaman 7 jam.....      | 39 |
| Lampiran 18. | Perhitungan nilai % efisiensi inhibisi korosi baja.....  | 40 |
| Lampiran 19. | Perhitungan derajat penutupan permukaan ( ).....   | 41 |
| Lampiran     | Nilai derajat penutupan permukaan dalam medium HCl   |    |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| 20.          | 1 N dengan adanya penambahan ekstrak perendaman selama 7 jam.....   | 42 |
| Lampiran 21. | Penentuan nilai energi aktivasi ( $E_a$ ).....  | 43 |
| Lampiran 22. | Persamaan regresi tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah ( <i>Syzygium oleana</i> )..... | 44 |
| Lampiran 23. | Perhitungan $K_{ads}$ dan $\Delta G_{ads}$  | 45 |
| Lampiran 24. | Penentuan nilai perubahan entalpi ( $\Delta H$ dan entropi ( $\Delta S$ ).....                                | 46 |
| Lampiran 25. | Data analisis tafel plot.....   | 47 |
| Lampiran 26. | Data nilai koefisien korelasi pada beberapa macam isoterm adsorpsi.....                                       | 48 |





## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

| Singkatan       | Nama                                | Pemakaian pertama kali<br>pada halaman |
|-----------------|-------------------------------------|--|
| HCl             | Hydrochloric Acid                   | 11                                     |
| SEM             | <i>Scanning Electron Microscopy</i> | 12                                     |
| FTIR            | Fourier Transform Infra Red         | 12                                     |
| Lambang         |                                     |  |
| θ               | derajat penutupan permukaan         | 7                                      |
| mg              | miligram                            | 7                                      |
| cm <sup>2</sup> | sentimeter bujursangkar             | 7                                      |
| K               | konstanta                           | 7                                      |
| C               | konsentrasi inhibitor               | 7                                      |
| v               | Laju korosi                         | 7                                      |
| A               | luas permukaan baja                 | 8                                      |
| t               | waktu perendaman                    | 8                                      |
| EI              | Efisiensi inhibisi                  | 8                                      |
| mL              | mililiter                           | 11                                     |
| °C              | derajat celcius                     | 11                                     |
| N               | Normal                              | 11                                     |



# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Korosi merupakan masalah besar dalam industri yang banyak menarik perhatian para peneliti. Dalam beberapa proses industri seperti pembersihan dengan asam, etsa, dan pickling yang melibatkan adanya kontak logam dengan menggunakan medium agresif seperti asam, basa, dan garam, sehingga logam akan terkorosi. Dampak yang timbul akibat dari penambahan zat dapat menghambat laju korosi akan sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia, antara lain dari segi ekonomi dan lingkungan.<sup>[1-2]</sup>

Untuk mengurangi korosi terhadap instalasi industri beberapa cara telah dilakukan. Pemilihan yang terbaik untuk proteksi korosi logam digunakan inhibitor. Inhibitor merupakan senyawa tertentu yang ditambahkan pada elektrolit untuk membatasi korosi bejana logam. Banyak sistem industri dan aplikasi komersial yang menggunakan inhibitor, seperti industri sistem pendinginan, penyulingan minyak, pipa saluran dan minyak pelumas.<sup>[3]</sup>

Korosi dapat dihambat menggunakan suatu inhibitor yang dapat berasal dari senyawa anorganik maupun organik. Umumnya senyawa organik yang digunakan adalah golongan surfaktan, polimer, dan umumnya senyawa yang banyak mengandung atom oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor dan senyawa aromatik, atau senyawa yang mengandung ikatan rangkap. Beberapa inhibitor organik yang tersedia bersifat racun dan mahal. Ekstrak bahan alam sudah banyak dilakukan sebagai inhibitor korosi karena aman, mudah diperoleh, bersifat *biodegradable*, biaya murah, dan ramah lingkungan. Inhibitor korosi melindungi logam dari korosi dengan membentuk lapisan pelindung atau film pada permukaan logam. Pemilihan inhibitor korosi tergantung pada logam dan media korosifnya.<sup>[4-5]</sup>

Beberapa penelitian telah melaporkan mengenai inhibitor korosi dari ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*), ekstrak jeruk nipis (*Citrus*

*aurantiifolia*) yang merupakan inhibitor korosi bahan alam yang efektif pada korosi baja karbon dalam larutan asam.<sup>[6-7]</sup>

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) merupakan jenis tanaman hias yang tergolong dalam family Myrtaceae. Uji fitokimia telah dilaporkan bahwa pada daun pucuk merah mengandung kardenolin, saponin, flavonid (terutama pada buah) dan tanin (terutama pada daun). Senyawa-senyawa organik inilah yang diharapkan akan teradsorpsi pada permukaan baja dan dapat menurunkan laju korosi bahkan mencegah terjadinya korosi.<sup>[8]</sup>

### **1.2. Rumusan Masalah (Hipotesis)**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Apakah ekstrak daun pucuk merah dapat memberikan pengaruh inhibisi korosi terhadap baja St. 37 dalam medium korosif asam klorida?
2. Seberapa besar efisiensi inhibisi yang dihasilkan oleh ekstrak daun pucuk merah terhadap sampel baja St. 37 dalam medium korosif asam klorida?
3. Bagaimana interaksi antara sampel baja St. 37 dengan ekstrak daun pucuk merah?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini diantaranya adalah :

1. Menentukan laju korosi baja St.37 tanpa dan dengan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)
2. Menentukan efisiensi inhibisi ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)
3. Menganalisis perubahan tekstur baja dalam medium korosif tanpa dan dengan adanya inhibitor ekstrak daun pucuk merah

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh ekstrak daun pucuk merah sebagai inhibitor untuk memperlambat dalam medium korosif sehingga dapat mengurangi kerugian akibat korosi.





## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pucuk Merah

Menurut taksonominya, daun pucuk merah diklasifikasikan sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae
- Subkingdom : Tracheobiota
- Super Divisi : Spermatophyta
- Divisio : Magnoliophyta
- Sub Divisi : Angiospermae
- Kelas : Magnoliopsida
- Sub Kelas : Rosidae
- Ordo : Myrtales
- Famili : Myrtaceae
- Sub Famili : Myrtoideae
- Genus : *Syzygium*
- Spesies : *Syzygium oleana*<sup>[8]</sup>



Gambar 2.1. Daun pucuk merah

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) adalah jenis tanaman hias yang tergolong dalam family Myrtaceae. Pucuk merah memiliki daun yang berwarna merah dan hijau. Daun tumbuh rapat antara satu daun dengan daun lainnya. Tekstur daun halus dengan panjang daun berkisar 5 cm dan permukaan daun yang mengkilap. Saat daun masih pucuk dan muda,

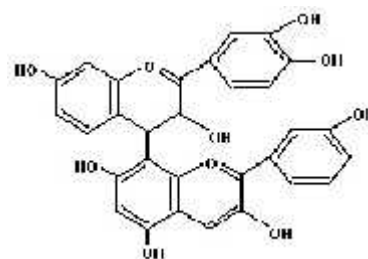
daun akan berwarna merah, dan dapat tumbuh dengan baik dengan mendapat sinar matahari penuh, bunganya berwarna putih atau cream dan tidak mencolok. Buahnya berbentuk buah-buah berry kecil yang berwarna merah hingga coklat kemerahan. Sedangkan batangnya berwarna coklat dan berbentuk berserpih.<sup>[8]</sup>

Pucuk merah mengandung kardenolin, saponin, flavonoid (terutama pada buah) dan tanin (terutama pada daun). Daun pucuk merah dimanfaatkan untuk obat diare, sariawan, penyubur kandungan, nutrisi ibu hamil. Pucuk merah digunakan sebagai tanaman hias dan tanaman peneduh.<sup>[9]</sup>



## 2.2. Tanin

Tanin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman. Tanin tergolong senyawa polifenol dengan karakteristiknya yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan makromolekul lainnya. Tanin dibagi menjadi dua kelompok yaitu tanin yang terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin yang mudah terhidrolisis merupakan *polymer gallic* atau *ellagic acid* yang berikatan yang berikatan ester dengan molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon-karbon.<sup>[10-11]</sup>



Gambar 2.2. Struktur tanin

## 2.3. Baja

Baja merupakan paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan penambahan paduan lainnya. Baja dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu baja sederhana (*plain steels*) dan baja paduan (*alloy steels*). Baja

sederhana juga dibagi lagi menjadi 3 jenis, yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Baja karbon rendah memiliki komposisi karbon antara 0,05-0,3%. Baja karbon jenis ini banyak digunakan pada badan alat-alat transportasi, pipa, rantai, paku, pisau, mesin bor, dan sebagainya. Baja karbon sedang mengandung karbon sebanyak 0,3-0,6% sehingga lebih sulit untuk dibengkokkan dan dipotong dibandingkan dengan baja karbon rendah. Baja ini banyak digunakan untuk baut, gandar roda mobil, dan rel. Baja karbon tinggi mengandung karbon sebanyak 0,6-1,5% dan banyak digunakan sebagai bahan pembuatan bor, linggis, paku, dan sulit untuk dibengkokkan dan dipotong. Baja St. 37 merupakan jenis baja yang mempunyai kekuatan tekan sebesar  $37 \text{ kg/mm}^2$ . Komposisi kimia spesimen St.37 menurut standar DIN Jerman adalah  $C=0,09$ ,  $P=0,004$ ,  $S=0,04$ ,  $N=0,009$ . Sedangkan sifat mekanik St.37 adalah kekuatan luluh (YS) = 330 Mpa, kekuatan tarik ultimat (UTS) = 530 Mpa, kekerasan = 170,5 HV.<sup>[11]</sup>

#### **2.4. Korosi**

Korosi dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Tetapi bila kerusakan tersebut aksi mekanis, seperti penarikan, pembengkakan atau patah, maka hal ini tidak disebut peristiwa korosi. Korosi merupakan masalah besar bagi peralatan yang menggunakan material dasar logam seperti mobil, jembatan, mesin, pipa, kapal dan lain sebagainya.<sup>[11]</sup>

Korosi dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu korosi kimia langsung dan korosi elektrokimia. Korosi kimia langsung merupakan korosi yang terjadi secara langsung antara logam dengan gas kering dan juga bisa terjadi karena adanya cairan atau larutan yang dapat berupa larutan asam ataupun basa, sedangkan korosi elektrokimia melibatkan aliran arus listrik antara dua logam yang berbeda. Korosi elektrokimia ini terjadi disebabkan oleh reaksi anodik dan katodik. Reaksi anodik selalu disertai dengan peluruhan logam dalam elektrolit dan pembentukan ion yang

bersangkutan. Reaksi katodik dapat melibatkan dua proses tergantung pada lingkungan korosinya, yaitu<sup>[12]</sup> :

1. Korosi evolusi hidrogen
2. Reaksi korosi absorpsi oksigen

## 2.5. Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi merupakan senyawa kimia yang bisa memperlambat laju korosi. Inhibitor korosi ini dapat berupa senyawa organik maupun senyawa anorganik. Inhibitor korosi berperan dalam menurunkan laju korosi dengan cara membentuk lapisan pasif berupa lapisan tipis atau film di permukaan material yang berfungsi sebagai penghalang antara logam dengan media yang korosi.<sup>[13]</sup>

Inhibitor korosi dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa mekanisme pengendaliannya, yaitu :

### a. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik adalah senyawa kimia yang mengendalikan korosi dengan cara menghambat salah satu tahap dari proses katodik, misalnya penangkapan gas oksigen (*oxygen scavenger*) atau pengikatan ion-ion hidrogen. Contoh inhibitor katodik adalah hidrazin, tanin dan garam sulfat.<sup>[14-15]</sup>

### b. Inhibitor Anodik

Inhibitor korosi anodik adalah senyawa kimia yang mengendalikan korosi dengan cara menghambat ion-ion logam ke dalam air. Contoh inhibitor anodik yang banyak digunakan adalah senyawa kromat dan senyawa molibdat.<sup>[15]</sup>

### c. Inhibitor Campuran

Inhibitor Campuran adalah senyawa yang mengendalikan korosi dengan cara menghambat proses di katodik dan anodik secara bersamaan. Pada umumnya onhibitor komersial berfungsi ganda, yaitu sebagai inhibitor katodik dan anodik. Contoh inhibitor jenis ini adalah senyawa silikat, molibdat dan fosfat.<sup>[14]</sup>

### d. Inhibitor Teradsorpsi

Inhibitor teradsorpsi umumnya senyawa organik yang dapat mengisolasi permukaan logam dari lingkungan korosif dengan cara membentuk film tipis yang teradsorpsi pada permukaan logam. Contoh inhibitor jenis ini adalah merkaptobenzotiazol dan 1,3,5,7-tetrazaadamantae.<sup>[15]</sup>

## 2.6. Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi adalah kurva yang menggambarkan gerakan dari suatu senyawa kimia dari media cair ke fasa padat pada suhu dan pH yang konstan. Keseimbangan adsorpsi di tentukan ketika adsorbat terkontak dengan adsorben<sup>[16]</sup>. Banyak usaha telah dilakukan untuk mengembangkan persamaan tentang mekanisme adsorpsi yang sesuai dengan berbagai kurva isoterm eksperimen. Ketiga persamaan isoterm yang sering kali digunakan adalah yang ditemukan Langmuir, Freundlich dan Brunauer Emmett Teller (BET).

### 1. Isoterm Adsorpsi Langmuir

Menurut Langmuir (1916), turunya gaya antar molekul dengan jarak menyebabkan lapisan teradsorpsi hanya membentuk satu lapisan monomolekuler. Pandangan ini umumnya diterima untuk kemisorpsi dan untuk adsorpsi fisika pada tekanan rendah dan suhu yang tidak terlalu tinggi.<sup>[16]</sup>

### 2. Isoterm Adsorpsi Freundlich

Persamaan adsorpsi Freundlich pada mulanya diusulkan berdasarkan hasil empiris murni. Akan tetapi, persamaan ini dapat ditentukan secara teoritis untuk model adsorpsi yang besaran panas adsorpsinya bervariasi bervariasi secara eksponensial dengan penutupan permukaan. Persamaan Freundlich dari segi efeknya, adalah jumlah distribusi persamaan Langmuir. Akan tetapi, volume gas yang teradsorpsi tidak digambarkan dengan pendekatan nilai terbatas seperti pada persamaan Langmuir.<sup>[17]</sup>



### 3. Isoterm Adsorpsi Temkin

Isoterm adsorpsi temkin mendeskripsikan adsorpsi hidrogen pada elektroda platinum dalam larutan asam. Isotherm ini memiliki faktor interaksi antara adsorbat dengan adsorben. Persamaan Temkin sangat baik digunakan untuk menentukan kesetimbangan fasa gas.<sup>[16]</sup>

## 2.7. Metode Pengukuran

### 2.7.1. Kehilangan Berat

Prinsip dasar pengukuran ini yaitu dengan menghitung kehilangan berat pada sampel baja yang ditimbang dan direndam pada medium korosif selama beberapa waktu. Setelah perendaman, sampel baja dibersihkan dan ditimbang kembali dan didapatkan data berat baja setelah perendaman. Metoda kehilangan berat didasarkan pada selisih antara berat awal sebelum perendaman dengan berat akhir setelah perendaman.<sup>[18]</sup>

Dari kehilangan berat dapat dihitung laju korosi dan efisiensi inhibisi dengan persamaan<sup>[19]</sup>:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{A \cdot t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

v = laju korosi (mg/cm<sup>2</sup> hari)

m<sub>2</sub> = berat akhir baja (mg)

m<sub>1</sub> = berat awal baja (mg)

A = luas permukaan baja (cm<sup>2</sup>)

t = waktu perendaman baja (jam)

### 2.7.2. Metode polarisasi potensiodinamik

Pengukuran polarisasi potensiodinamik dilakukan dengan menggunakan tiga elektroda yaitu :

- a. Elektroda kerja, yaitu elektroda yang akan diteliti, contoh : baja
- b. Elektroda pembantu, contoh : Pt
- c. Elektroda pembanding, contoh : Ag|AgCl

Metode polarisasi potensiodinamik adalah metode yang digunakan untuk menentukan perilaku logam berdasarkan hubungan potensial dan arus anodik/katodik. Jika logam berinteraksi dengan larutan yang bersifat korosif, maka pada permukaan logam dapat terjadi reaksi reduksi dan oksidasi secara bersamaan. Korosi logam terjadi jika terdapat arus anodik yang besarnya sama dengan arus katodik.<sup>[20]</sup>

### 2.7.3. Efisiensi inhibisi

Persentase efisiensi inhibisi pada korosi baja didapatkan dengan menggunakan persamaan<sup>[18]</sup>:

$$\%EI = \frac{v_{ti} \quad i_i \quad -v_{ii}}{v_{ii}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.2)$$

%EI = efisiensi inhibisi

### 2.7.4. Penentuan derajat penutupan

Derajat penutupan menunjukkan banyaknya ekstrak yang teradsorpsi pada permukaan baja. Nilai derajat penutupan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan<sup>[19]</sup>:

$$\theta = \frac{v_{ti} \quad i_i \quad -v_{ii}}{v_{ti} \quad i_i} \dots\dots\dots(2.3)$$

θ = derajat penutupan permukaan baja

### 2.7.5. Energi aktivasi

Energi aktivasi merupakan energi minimum yang dibutuhkan untuk terjadinya suatu reaksi kimia. Energi aktivasi ditentukan dengan Persamaan Arrhenius yaitu<sup>[18]</sup>:

$$\text{Log } v = \frac{-E}{2,3 \quad R} + A \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Ea = energi aktivasi (kJ/mol)

R = konstanta gas ideal

v = laju korosi (mg/cm<sup>2</sup> jam)

## BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fotokimia / Elektrokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas dimulai dari bulan Januari sampai Mei 2015.

### 3.2. Alat, Bahan dan Instrumentasi

#### 3.2.1. Alat dan instrumentasi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, oven, termometer, jangka sorong (*digital caliper Inoki*), ampelas besi, oven, gerinda, potensiostat (eDAQ), *rotary evaporator (Heidolph VV2000)*, *waterbath*, *Scanning Electron Microscopy (Hitachi S-3400N)*, *Fourier Transform Infrared (Thermo Scientific Nicolet iS10 using KBr pellets)*, kertas saring, erlenmeyer, pipet takar, pipet gondok, gelas piala, kaca arloji, dan peralatan gelas kimia lainnya.

#### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja St.37, daun pucuk merah (*Syzygium oleana*), methanol distilat, aseton, akuades, kertas saring, asam klorida 37% (*merk*),  $\text{FeCl}_3$ .

### 3.3. Prosedur Penelitian

#### 3.3.1. Persiapan awal spesimen baja

Baja berbentuk batangan dipotong dengan ukuran diameter  $\pm 2,5$  cm dan ketebalan  $\pm 0,1$  cm. Kemudian dihaluskan permukaannya dengan menggunakan ampelas besi dan dibilas dengan akuades. Selanjutnya dibilas dengan aseton untuk menghilangkan lemak yang mungkin menempel pada spesimen. Baja dikeringkan dengan oven suhu  $60^\circ\text{C}$ . Setelah kering, baja ditimbang dan hasil penimbangan dinyatakan sebagai berat awal ( $m_1$ ).

### **3.3.2. Pembuatan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)**

Daun pucuk merah segar dikering-anginkan sampai kering lalu dihaluskan dengan gerinda dan timbang sebanyak 350 gram. Sampel tersebut dimaserasi dengan metanol sebanyak  $\pm$  1500 mL selama 3 hari. Ekstrak yang didapat disaring dan diuapkan pelarutnya dengan menggunakan *rotary evaporator* sehingga didapatkan ekstrak pekat daun pucuk merah. Ekstrak pekat disimpan ke dalam beaker gelas 100 mL untuk dibuat larutan inhibisi dengan konsentrasi yang berbeda.

### **3.3.3. Uji fitokimia**

Sebanyak 1 mL ekstrak pekat daun pucuk merah dilarutkan dengan 5 mL akuades. Untuk alkaloid diperiksa dengan metode Culvenor Fitzgerald, Flavonoid, Fenolik, Triterpenoid, dan Steroid dengan metode Simes at al yang dimodifikasi.

### **3.3.4. Pembuatan larutan induk asam klorida**

Larutan induk HCl 5 N dibuat dengan cara memipet 103,5 mL larutan HCl 37% dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL yang telah berisi akuades, selanjutnya ditambahkan akuades sampai tanda batas.

### **3.3.5. Pembuatan medium korosif dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah**

Ekstrak pekat daun pucuk merah yang telah didapatkan selanjutnya divariasikan konsentrasinya yaitu, 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 % dan 0,5 %. Variasi konsentrasi tersebut dicampur dengan larutan HCl 1 N. Selanjutnya ditambahkan dengan akuades sampai volume 50 mL.

### **3.3.6. Penentuan laju korosi berdasarkan metode kehilangan berat dengan adanya pengaruh suhu**

Baja direndam dalam 50 mL larutan medium korosif HCl 1 N dengan berbagai konsentrasi ekstrak daun pucuk merah dengan variasi suhu, 30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C selama 7 jam menggunakan *waterbath*.

Kemudian dibersihkan, dicuci, dan dikeringkan dalam oven. Setelah kering baja ditimbang dan hasil penimbangan dinyatakan sebagai berat akhir ( $m_2$ ).

### **3.3.7. Pengukuran polarisasi potensiodinamik**

Pada pengukuran polarisasi potensiodinamik digunakan baja St 37 sebagai elektroda kerja dengan diameter 0,16 cm dan luas permukaan 0,020 cm<sup>3</sup>, elektroda Pt sebagai elektroda pembantu dan Ag|AgCl sebagai elektroda pembanding. Pengukuran polarisasi potensiodinamik dilakukan dalam medium HCl yang mengandung campuran konsentrasi inhibitor 0,1% ; 0,2% ; 0,3% ; 0,4% dan 0,5 %. Ketiga elektroda dicelupkan ke dalam bejana berisi medium korosif tanpa dan dengan adanya perbedaan konsentrasi inhibitor. Kemudian dihubungkan dengan potensiostat dan diatur potensial sehingga diperoleh kurva hubungan antara potensial (E) vs arus (I).

### **3.3.8. Analisis Fourier Transform InfraRed (FTIR)**

Baja direndam dalam HCl 1 N dengan penambahan ekstrak 0,5 % pada suhu kamar selama 7 jam. Produk korosi (karat) yang menempel pada baja diambil dan dikeringkan. Produk korosi yang sudah kering dianalisis dengan FTIR yang dihaluskan dengan mencampur produk korosi dengan KBr membentuk pellet.

### **3.3.9. Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Baja direndam dalam HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah selama 7 jam. Kemudian dikeringkan dan dianalisis dengan *Carton Stereo Trinocular Foto Optic* (SEM).



## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

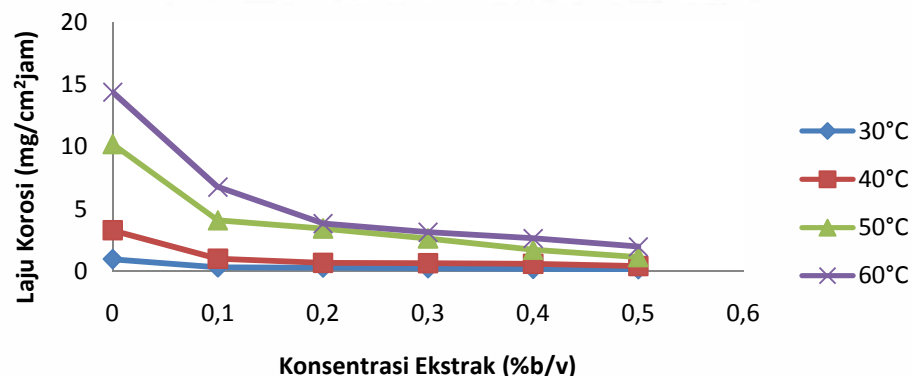
Tabel 4.1 Hasil uji fitokimia

| Senyawa Organik | Hasil Uji |
|-----------------|-----------|
| Alkaloid        | -         |
| Flavonoid       | +         |
| Fenolik         | +         |
| Triterpenoid    | +         |
| Steroid         | -         |

Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki kandungan senyawa flavonoid, fenolik dan triterpenoid adalah tanda positif. Sedangkan kandungan alkaloid dan steroid memberikan tanda negatif.

### 4.2. Penentuan Laju Korosi Berdasarkan Metode Kehilangan Berat

#### 4.2.1. Laju korosi dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1 N pada variasi suhu perendaman selama 7 jam



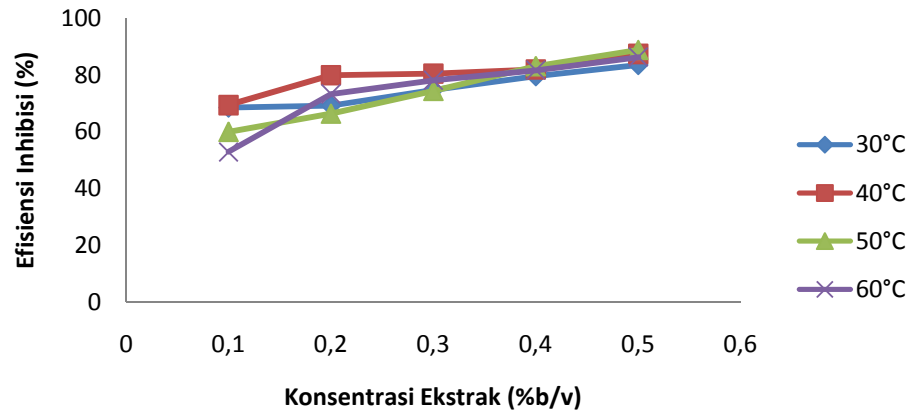
Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap laju korosi baja St.37 dalam medium HCl 1 N tanpa dan dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah pada variasi suhu perendaman selama 7 jam.

Penentuan laju korosi baja St.37 di dalam medium HCl 1 N dengan metode kehilangan berat menggunakan persamaan 2.1. Metode kehilangan berat dilakukan pada berbagai suhu dengan variasi konsentrasi ekstrak 0,1 %, 0,2 %, 0,3 %, 0,4 % dan 0,5 % selama 7 jam. Penentuan laju korosi didapatkan dari pengurangan berat sebelum dan sesudah baja direndam dalam medium korosif. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai laju korosi baja menurun dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun pucuk merah yang ditambahkan. Data hasil perhitungan nilai laju korosi dari variasi konsentrasi ekstrak daun pucuk merah dapat dilihat pada Lampiran 16.

Dari Gambar 4.1 terlihat bahwa pada baja tanpa penambahan ekstrak daun pucuk merah, nilai laju korosinya besar. Namun, setelah ditambahkan inhibitor dengan konsentrasi yang telah ditentukan yaitu 0,1% hingga 0,5% terjadi penurunan laju korosi pada masing-masing suhu perendaman. Hal ini disebabkan ekstrak dari daun pucuk merah mengandung gugus heteroatom yang dapat berperan sebagai inhibitor korosi. Gugus heteroatom ini akan membentuk senyawa kompleks dengan Fe(III) pada permukaan logam. Senyawa kompleks ini akan mencegah penyerangan dari ion korosif pada permukaan baja sehingga nilai laju korosi akan menurun.<sup>[19]</sup>

Nilai laju korosi dari baja St.37 dalam medium korosif HCl 1 N pada suhu 30°, 40°, 50°, dan 60°C dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pucuk merah dapat diperlihatkan pada Gambar 4.1. Ini mengindikasikan bahwa nilai laju korosi akan semakin meningkat dengan naiknya suhu. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya suhu maka energi kinetik partikel juga akan semakin besar sehingga nilai laju korosi semakin meningkat.<sup>[21]</sup>

#### 4.2.2. Efisiensi inhibisi dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1 N pada variasi suhu perendaman selama 7 jam

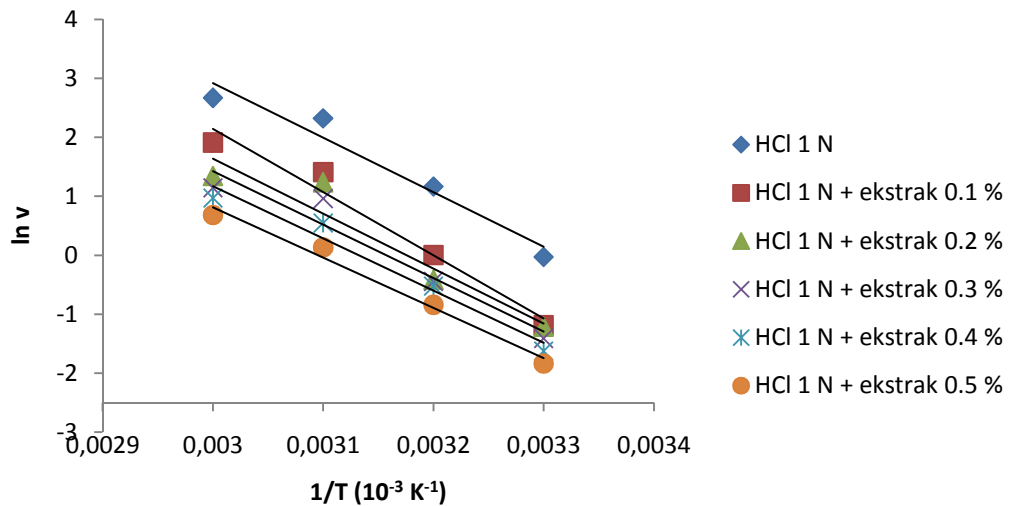


Gambar 4.2 Pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak daun pucuk merah terhadap efisiensi inhibisi dalam medium HCl 1 N pada variasi suhu perendaman 7 jam.

Nilai efisiensi inhibisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.2. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak daun pucuk merah dengan meningkatnya efisiensi inhibisi. Semakin besar efisiensi inhibisi menandakan bahwa banyak permukaan baja yang teradsorpsi. Efisiensi inhibisi paling tertinggi adalah 88,81 % dengan penambahan 0,5 %. Data hasil perhitungan nilai efisiensi inhibisi dari variasi konsentrasi ekstrak daun pucuk merah dapat dilihat pada Lampiran 18.

Penurunan laju korosi dan peningkatan efisiensi inhibisi dengan adanya penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak daun pucuk merah pada berbagai variasi konsentrasi disebabkan oleh adanya penyerapan molekul yang terdapat dalam ekstrak daun pucuk merah pada permukaan baja sehingga terbentuknya suatu lapisan tipis yang melindungi permukaan baja tersebut. Lapisan pelindung merupakan senyawa kompleks antara  $Fe^{3+}$  dengan tanin dari ekstrak daun pucuk merah. Tanin dari gugus fenolik yang bertindak sebagai ligan, karena memiliki pasangan elektron bebas yang disumbangkan ke atom logam  $Fe^{3+}$  dan membentuk

senyawa kompleks. Senyawa kompleks inilah yang akan melindungi baja dari serangan medium korosifnya yaitu HCl.<sup>[21]</sup>



### 4.3. Penentuan Energi Aktivasi

Gambar 4.3 Aluran Arrhenius  $1/T$  ( $10^{-3} K^{-1}$ ) terhadap  $\ln v$  untuk korosi baja St.37 dalam medium HCl 1 N dengan dan tanpa penambahan ekstrak daun pucuk merah pada variasi konsentrasi.

Nilai laju korosi baja dalam medium 1 N tanpa dan dengan adanya ekstrak daun pucuk merah pada variasi suhu  $30^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$  dan  $60^{\circ}C$  digunakan untuk menentukan energi aktivasi. Gambar 4.3 menunjukkan aluran Arrhenius  $1/T$  ( $10^{-3} K^{-1}$ ) terhadap  $\ln v$  untuk korosi baja dalam medium HCl 1 N pada perendaman selama 7 jam. Nilai energi aktivasi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.4. Grafik hubungan antara  $1/T$  ( $10^{-3} K^{-1}$ ) terhadap  $\ln v$  menghasilkan garis lurus dan nilai kemiringan atau slope. Nilai kemiringan atau slope dari grafik ini merupakan nilai  $-E_a/R$  dengan persamaan garis lurus ini dapat ditentukan energi aktivasi dari masing-masing konsentrasi inhibitor dan blanko.

Tabel 4.2. Nilai energi aktivasi tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah

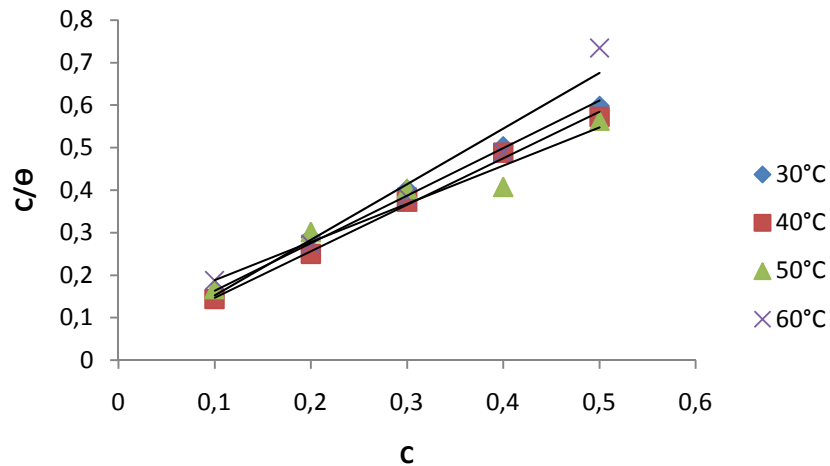
| Medium                  | Energi Aktivasi<br>(kJ/mol ) | H<br>(kJ/mol ) | S<br>(J/mol K) |
|-------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
| HCl 1 N                 | 76,86                        | 74,04          | 0,71           |
| HCl 1 N + 0,1 % ekstrak | 88,98                        | 86,46          | 31,39          |
| HCl 1 N + 0,2 % ekstrak | 77,44                        | 74,83          | -7,72          |
| HCl 1 N + 0,3 % ekstrak | 75,39                        | 72,75          | -15,75         |
| HCl 1 N + 0,4 % ekstrak | 73,50                        | 71,00          | -23,09         |
| HCl 1 N + 0,5 % ekstrak | 70,84                        | 68,51          | -33,61         |

Tabel 4.2 menunjukkan nilai energi aktivasi tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah. Nilai  $E_a < 80$  kJ/mol mengindikasikan terjadinya adsorpsi fisika, sedangkan  $E_a > 80$  kJ/mol mengindikasikan terjadinya adsorpsi kimia. Maka dapat disimpulkan bahwa pada ekstrak daun pucuk merah terjadi adalah fisisorpsi<sup>[22]</sup>. Data nilai energi aktivasi dengan dan tanpa adanya ekstrak dan persamaan regresi dapat dilihat dari Gambar 4.3 dan Lampiran 22.

Nilai entalpi menunjukkan nilai positif yang menandakan reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermik. Nilai entalpi dengan penambahan konsentrasi ekstrak lebih tinggi dibandingkan dengan nilai entalpi tanpa penambahan konsentrasi (blanko). Hal ini menunjukkan bahwa dibutuhkan energi yang besar untuk terjadinya proses korosi. Nilai entropi dengan penambahan konsentrasi ekstrak juga lebih besar dibandingkan dengan nilai entropi tanpa penambahan konsentrasi ekstrak (blanko). Hal ini menunjukkan bahwa proses korosi pada baja akan diperlambat dengan adanya penambahan konsentrasi ekstrak daun pucuk merah.



#### 4.4. Isoterm Adsorpsi



Gambar 4.4 Isoterm Adsorpsi Langmuir untuk korosi baja dalam medium HCl 1 N pada suhu 30°C dengan waktu perendaman selama 7 jam berdasarkan pengukuran metoda kehilangan berat.

Gambar 4.4 menunjukkan Aluran  $C/e$  terhadap  $C$  memberikan garis lurus maka adsorpsi ekstrak daun pucuk merah di permukaan baja St. 37 dalam medium HCl mengikuti adsorpsi isoterm Langmuir. Pada penentuan isoterm yang dapat diuji dengan tiga isoterm adsorpsi yaitu Langmuir, Freundlich dan Temkin. Isoterm adsorpsi Langmuir mengasumsikan bahwa adsorpsi ekstrak daun pucuk merah pada permukaan baja membentuk lapisan monolayer. Data nilai koefisien korelasi pada beberapa macam isoterm adsorpsi dapat dilihat pada Lampiran 26.<sup>[16]</sup>

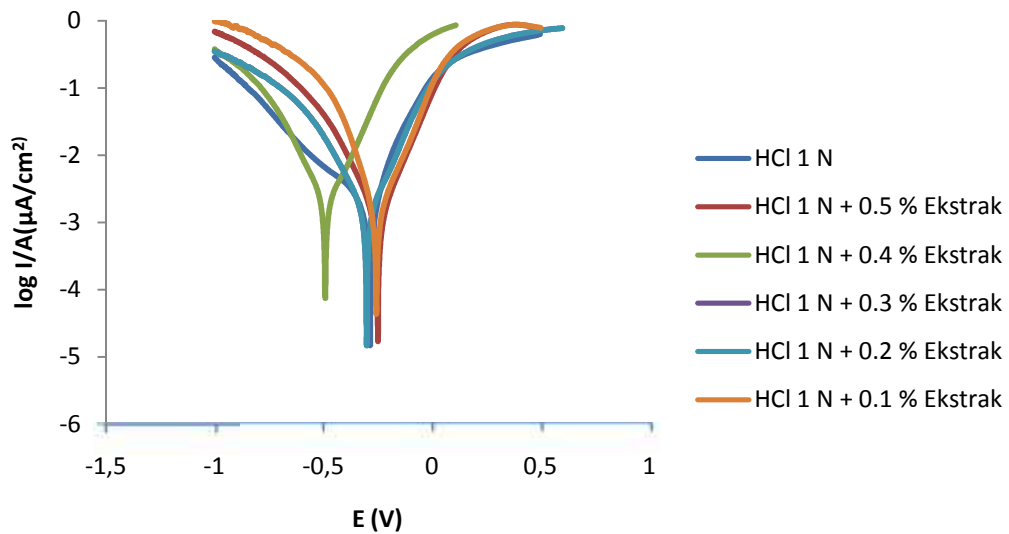
Tabel 4.3 Parameter termodinamik untuk adsorpsi ekstrak daun pucuk merah pada Baja St.37 dalam medium HCl 1 N pada masing-masing suhu berdasarkan hasil Isoterm Langmuir

| Suhu (K) | $K_{ads}$ | $G_{ads}$ (kJmol) |
|----------|-----------|-------------------|
| 303      | 19,2307   | -17,566           |
| 313      | 26,8817   | -19,015           |
| 323      | 10,1214   | -17,001           |
| 333      | 47,1690   | -21,789           |

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai konstanta adsorpsi meningkat dengan meningkatnya suhu 313 K (40°C) dan suhu 333 K (60°C) tetapi nilai konstanta adsorpsi mengalami penurunan pada suhu 323 K (50°C). Nilai konstanta adsorpsi yang menurun pada suhu 323 K (50°C) menunjukkan bahwa molekul-molekul ekstrak secara fisika teradsorpsi pada permukaan logam. Sehingga antara logam dengan ekstrak inhibitor akan membentuk senyawa kompleks. Sedangkan untuk nilai energi bebas adsorpsi, meningkat dengan meningkatnya suhu. Nilai negatif dari  $G_{ads}$  menunjukkan stabilitas dari lapisan yang terserap pada permukaan baja dan spontanitas dari proses adsorpsi.<sup>[20]</sup>

Naiknya  $G_{ads}$  (menjadi lebih positif) dengan naiknya suhu mengakibatkan proses inhibisi dari baja St.37 oleh ekstrak daun pucuk merah adalah proses eksotermik. Dari nilai  $G_{ads}$  dapat dilihat bahwa adsorpsi yang terjadi pada permukaan logam adalah fisisorpsi (adsorpsi fisika). Hal ini dapat dilihat dari nilai  $G_{ads}$  yang berkisar -20 kJ/mol yang mengindikasikan bahwa proses adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya elektrostatis atau gaya Van der Waals.<sup>[22]</sup>

#### 4.5. Pengukuran Polarisasi Potensiodinamik



Gambar 4.5 Kurva polarisasi potensiodinamik dengan dan tanpa adanya konsentrasi ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl 1,0 N

Gambar 4.5 merupakan kurva polarisasi potensiodinamik dari medium HCl 1 N dengan dan tanpa adanya ekstrak daun pucuk merah. Dari hasil pengukuran polarisasi potensiodinamik diperoleh hubungan antara  $E$  (V) terhadap  $\log I/A$  ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ), dimana  $E$  adalah potensial dan  $I$  adalah arus. Kurva polarisasi potensiodinamik menunjukkan adanya interaksi antarmuka larutan dengan elektroda menimbulkan polarisasi dan arus tertentu. Kurva polarisasi potensiodinamik diekstrapolasikan dengan menggunakan metode Tafel untuk menentukan arus korosi ( $I_{\text{corr}}$ ), potensial korosi ( $E_{\text{corr}}$ ) dan efisiensi inhibisi (%EI). Data nilai tafel aluran dapat dilihat pada Lampiran 25.

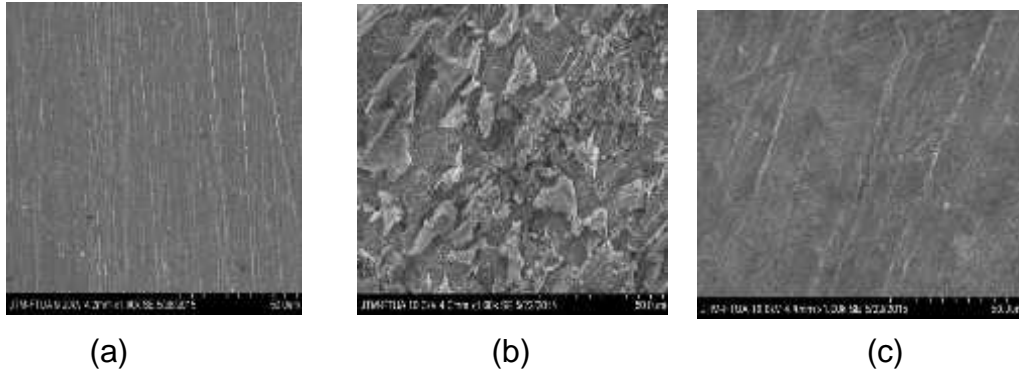
Tabel 4.4 Nilai potensial, arus korosi dan efisiensi inhibisi korosi baja dari ekstrapolasi Tafel Aluran dengan dan tanpa adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah

| Konsentrasi Ekstrak (%) | $E_{corr}$ (V) | $I_{corr}$ (mA/cm <sup>2</sup> ) | EI (%) |
|-------------------------|----------------|----------------------------------|--------|
| 0                       | -0,27          | 0,0001820                        | -      |
| 0,1                     | -0,26          | 0,0000520                        | 71,43  |
| 0,2                     | -0,30          | 0,0000459                        | 80,93  |
| 0,3                     | -0,24          | 0,0000436                        | 76,04  |
| 0,4                     | -0,30          | 0,0000417                        | 77,08  |
| 0,5                     | -0,20          | 0,0000347                        | 84,06  |

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat kurva polarisasi potensiodinamik tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah dalam medium HCl. Kurva polarisasi potensiodinamik menunjukkan adanya interaksi antarmuka antara larutan dengan elektroda. Interaksi ini menimbulkan polarisasi dan arus yang semakin menurun. Kurva polarisasi diekstrapolasikan dengan metode Tafel untuk menentukan nilai arus korosi ( $I_{corr}$ ), potensial korosi ( $E_{corr}$ ) dan efisiensi inhibisi (% EI). Nilai arus korosi ( $I_{corr}$ ) ini sebanding dengan kenaikan laju korosi.<sup>[23]</sup>

Pada Gambar 4.5 terlihat bahwa pergeseran  $I_{corr}$  dan  $E_{corr}$  inhibitor mengarah ke anodik dari katodik dibandingkan dengan blanko. Hal ini menandakan laju korosi baja semakin berkurang seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun pucuk merah. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi dari nilai ekstrapolasi aluran tafel pada penambahan ekstrak daun pucuk merah dengan konsentrasi 0,5 % yaitu 84,06 %.<sup>[7]</sup>

#### 4.6. Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)

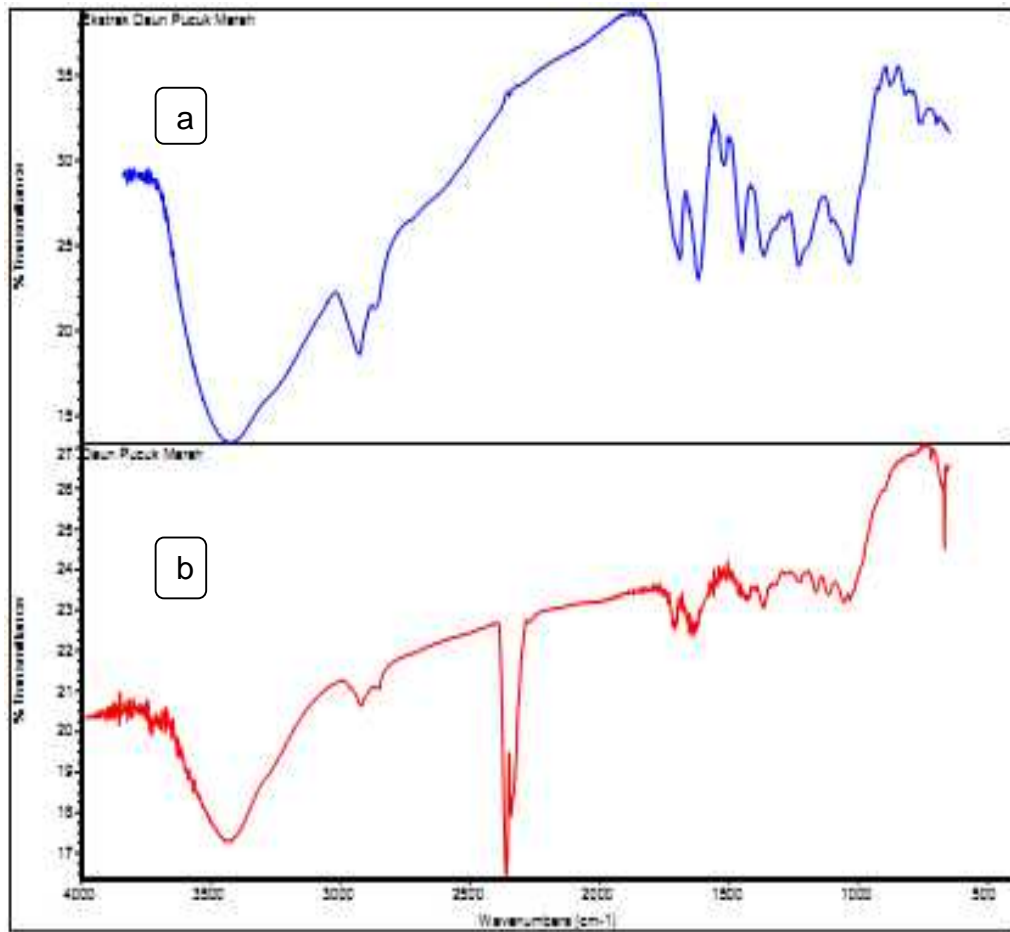


Gambar 4.6 Hasil *Scanning Electron Microscopy (SEM)* permukaan baja dengan perbesaran 1000 x (a) Tanpa perlakuan (b) Pada larutan HCl 1 N (c) Pada larutan HCl 1,0 N + 0,5 % ekstrak daun pucuk merah

Gambar 4.6 (a) merupakan foto permukaan baja St.37 tanpa perlakuan pada perbesaran 1000 x, permukaan baja masih terlihat bagus, karena belum adanya interaksi dengan medium korosif HCl. Gambar 4.6 (b) merupakan foto permukaan baja yang telah direndam di dalam medium HCl 1 N selama 7 jam. Permukaan baja mengalami korosi yang ditandai dengan adanya kerusakan pada permukaan baja dengan terlihatnya lubang dan karat. Hal ini terjadi karena adanya interaksi antara permukaan baja dengan ion  $H^+$  dan  $Cl^-$ . Gambar 4.6 (c) merupakan foto permukaan baja yang telah direndam di dalam medium HCl 1 N dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah 0,5%. Permukaan baja lebih sedikit mengalami kerusakan dibandingkan dengan permukaan baja yang direndam dengan medium HCl 1 N tanpa adanya ekstrak daun pucuk merah. Hal ini disebabkan karena adanya lapisan pelindung dari ekstrak daun pucuk merah yang terbentuk di permukaan baja.<sup>[21]</sup>



#### 4.7. Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

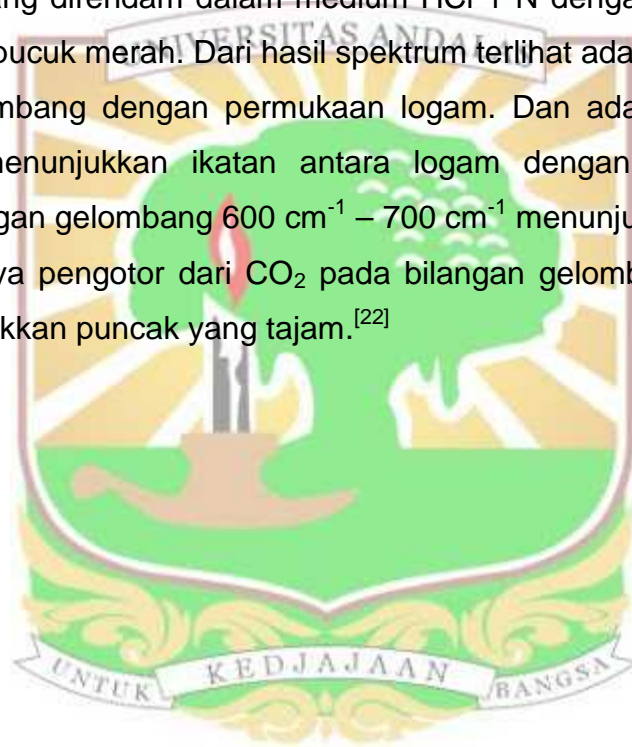


Gambar 4.7 Spektrum FTIR (a) Ekstrak daun pucuk merah dan (b) produk korosi pada permukaan baja dalam medium HCl 1 N dengan penambahan ekstrak selama 7 jam pada suhu 30°C

Pada Gambar 4.7 terlihat spektrum inframerah dari ekstrak daun pucuk merah dan produk korosi baja yang direndam dalam larutan asam dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah. Dari spektrum menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dikarenakan beberapa puncak dominan dan berada pada kisaran yang sama dan terjadi pergeseran panjang gelombang. Pergeseran panjang gelombang ini menunjukkan bahwa terjadinya ikatan antara senyawa ekstrak terhadap permukaan baja. Adanya ikatan ini sesuai dengan jenis inhibitor yang digunakan yaitu senyawa organik yang mengandung heteroatom.<sup>[21]</sup>

Spektrum inframerah bertujuan untuk menentukan jenis ikatan dari inhibitor organik yang teradsorpsi pada permukaan baja dan menganalisis lapisan pelindung yang terbentuk. Gambar 4.7(a) terlihat bahwa pada daerah bilangan gelombang sekitar  $3387\text{ cm}^{-1} - 3510\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus -OH. Pada daerah bilangan gelombang  $2897\text{ cm}^{-1} - 2950\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-H alifatik. Pada daerah sekitar  $1580\text{ cm}^{-1} - 1700\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya karbonil stretching, dan pada daerah  $1050\text{ cm}^{-1} - 1300\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya eter stretching.<sup>[21]</sup>

Gambar 4.7(b) menunjukkan hasil spektrum inframerah dari produk korosi baja yang direndam dalam medium HCl 1 N dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah. Dari hasil spektrum terlihat adanya pergeseran panjang gelombang dengan permukaan logam. Dan adanya identifikasi baru yang menunjukkan ikatan antara logam dengan senyawa dan terdapat bilangan gelombang  $600\text{ cm}^{-1} - 700\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan Fe-H serta adanya pengotor dari  $\text{CO}_2$  pada bilangan gelombang  $2300\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan puncak yang tajam.<sup>[22]</sup>



## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) dapat digunakan sebagai inhibitor korosi untuk baja St.37 dalam medium HCl 1 N. Ekstrak daun pucuk merah mampu menurunkan laju korosi dan meningkatkan nilai efisiensi seiring dengan naiknya konsentrasi ekstrak daun pucuk merah yang ditambahkan ke dalam medium korosif HCl 1 N. Nilai efisiensi yang diperoleh dari metode kehilangan berat dan polarisasi potensiodinamik adalah yaitu sebesar 88,81 % dan 84,06 % dengan penambahan ekstrak daun pucuk merah 0,5 %. Kurva polarisasi potensiodinamik menunjukkan bahwa ekstrak daun pucuk merah bertindak sebagai inhibitor jenis campuran. Adsorpsi ekstrak daun pucuk merah pada permukaan baja sesuai dengan adsorpsi isoterm Langmuir. Analisis permukaan baja memperlihatkan bahwa terjadinya perubahan morfologi baja sebelum perendaman, perendaman tanpa ekstrak dan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah. Hasil analisis FTIR memperlihatkan adanya interaksi antara ekstrak daun pucuk merah dengan permukaan baja.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mempelajari pengaruh ekstrak bahan alam yang lain dalam menginhibisi baja dalam medium korosif dan lingkungannya.

## DAFTAR PUSTAKA

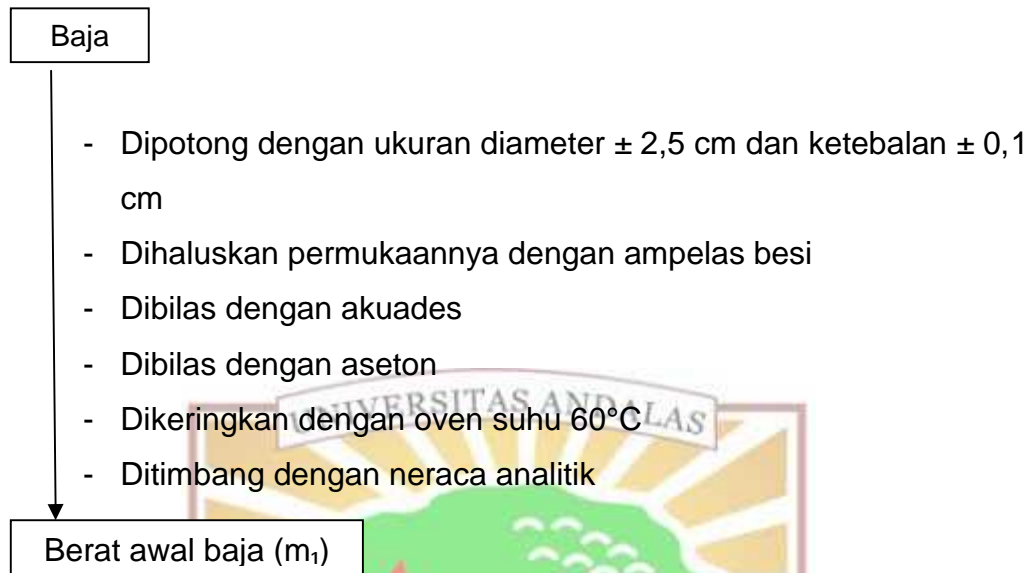
1. Fouda, A., Dima, M., Badr A.H. Extract of *Cameilia sinensis* as Green Inhibitor for Corrosion of Mild Steel in Aqueous Solution. *Journal of the Korean Chemical Society*, 2013, 57(2): 264-271.
2. Cang, H., Fei, Z., Shao, J., Shi, W., Xu Q. Corrosion Inhibition of Mild Steel by *Aloes* Extract in HCl Solution Medium. *International Journal Electrochemical Science*, 2013, (8):720-734.
3. Abooud, Y., Changranu, A., Tanane, O., El Bouari, A., Hannache H. *Punnica granatum* Leave Extract as Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Hydrochloric Acid. *WATEC WEB of Conferences*, 2013:1-3.
4. Boudalia, M., Guenbour, A., Bellacucho, A., Laqhaili, A., Mousaddak, M., Hakiki, A. Corrosion Inhibition of Organic Oil Extract of Leavaes of *Lanvandula stoekas* on Stainless Steel in Concentrated Phosphoric Acid Solution. *International Journal Electrochemical Science*, 2013, (8):7414-7424.
5. Fouda, H., Dina, M., Badhr, A.H. Ginger Extract as Green Corrosion Inhibitor for Steel in Sulfide Poluted Salt Water. *Journal of the Korean Chemical Society*, 2013, 57 (2): 272-278.
6. Okavor, P.C., Ebenso, E.E., Ekbe, U.J. *Azadirachta indica* extracts as corrosion inhibitor for mild steel in acidic medium. *International Journal of Electrochemical Science*, 2010:978-993
7. Saratha, R., Priya, S.V., Thilagavathy, P. Investigation of *Citrus aurantiifolia* leaves extracts as corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl. *E-journal of Chemistry*, 2009:677-684
8. Gilman, E.F., Watson, D.G. *Syzygium oleana*. Forest Service Departement of Agriculture, 2013:1-3
9. Chanda SV, Nagani KV: Antioxidant Capacity of *Syzygium oleana* Leaves Extracts Evaluated by four in vitro Methods. *Journal of Nature and Science*, 2010, 8(10):260-266.
10. Waghorn, P.J., and J.B. W.C Mc. Consequences of plant phenolic for productivity and health of ruminants. *Proc. Nutr*, 2003, (62):383-392
11. Westendarp, H. Effects of tanins in animal nutrition, *Dtsch. Tierarazntl. Wochenschr*, 2006, (113):264-268

12. Rieger, H.P., *Electrochemistry*, 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall Inc, New York, 1992:412-421
13. Ahmad, Z. *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*. Elsevier, London, 2006:1-8.
14. Ibrahim, T.H., Zour, M.A. Corrosion Inhibitor of Mild Steel Using Fig Leaves in Hydrochloric Acid Solution. *International Journal Electrochemical Science*, 2011. (6):6442-6455
15. Buchweishaija, J. Corrosion Inhibitor of Carbon Steel by An Amine-Fatty Acid in Acidic Solution. *Tanzania Journal Science*, 2003. 29. 1.
16. Ulmann's. *Encyclopedia of Industrial Chemistry* 5<sup>th</sup> ed. 1985, A<sub>2</sub>, 1-53.
17. Sjostrom, E. *Wood Chemistry. Fundamental and Applications* 2<sup>nd</sup> ed. Laboratory of Wood Chemistry 1981. (90):103-105.
18. Emriadi, Stiadi, Y., Djaloelis, M. Inhibisi Korosi Baja oleh Tanin dalam Larutan Sulfat dan Campuran Sulfat Klorida. *J. Kimia Andalas*, 1999, 5(2): 66-70.
19. Inzunza, R.G., Sales, B.V., Kharshan, R., Fuman, A., Wiener, M.S. Interesting Behavior of Pachycormus discolor Leaves Ethanol Extract as A Corrosion Inhibitor of Carbon Steel in 1 M HCl : A Preliminary Study. Hindawi Publishing Corporation. 8.
20. Yetri, Y, Emriadi, Jamarum, N. And Gunawarman. Corrosion Inhibition Efficiency of Mild Steel in Hydrochloric Acid by Adding Theobroma Cacao Peel Extract, International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences (BCES-2014):14-15
21. Singh, A., Singh, V.K., Quraishi, M.A. effect of Fruit Extract of Some Environmentally Benign Green Corrosion Inhibitors on Corrosion of Mild Steel in Hydrochloric Acid Solution. *Journal Material Environment Science*, 2010, (1):162-174.
22. Emriadi, Stiadi, Y., Kurnia A. Pemanfaatan Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L.) Sebagai Inhibitor Korosi Baja St. 37 Dalam Medium Asam Klorida. *Jurnal Kimia Unand*, 2013, 4(2) 25-32
23. Shivakumar, S.S. and Mohana, K.N. *Centella asiatica* extracts as green corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M sulphuric acid medium, *Advances in Applied Science Research*, 2012, 3(5):3097-3106.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Skema kerja persiapan awal baja.



### Lampiran 2. Skema kerja pembuatan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)



### Lampiran 3. Skema Kerja Uji Fitokimia

#### 1. Pemeriksaan Alkaloid

2 gram sampel

- Digerus dengan bantuan pasir dan 10 mL kloroform
- Ditambahkan 10 mL larutan kloroform-amoniak 0,05 N
- Digerus
- Disaring ke tabung reaksi
- Ditambahkan 0,5 mL asam sulfat 2 N
- Dikocok selama 2 menit

Terjadi pemisahan

- Diambil lapisan asam
- Dipindahkan ke tabung reaksi lain
- Ditambahkan beberapa tetes pereaksi Mayer

Terbentuk kabut putih hingga gumpalan putih/ endapan putih yang tidak dapat dituang.

#### 2. Pemeriksaan Flavonoid

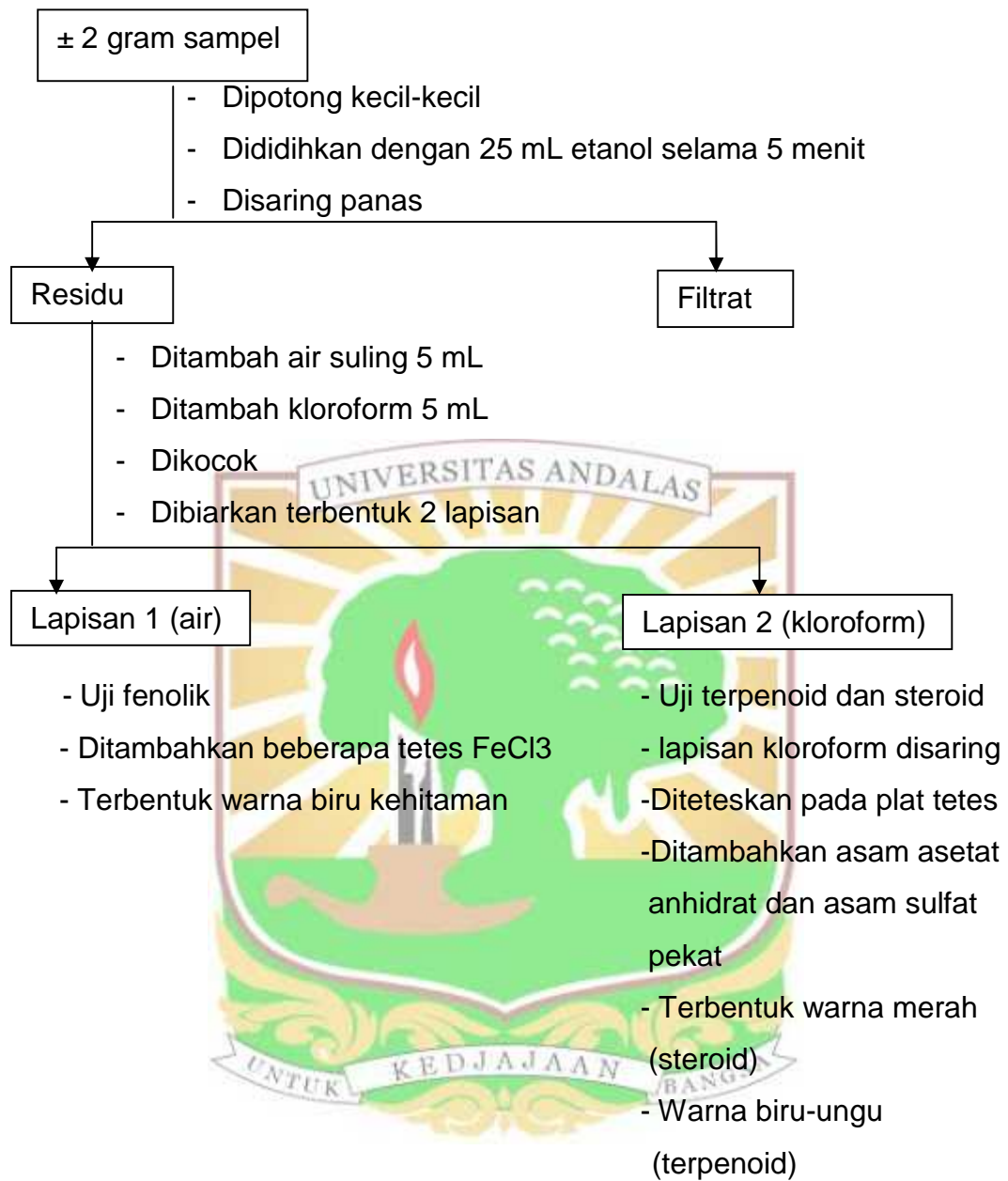
± 2 gram sampel

- Dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Dididihkan dengan 25 mL etanol dan disaring selagi panas
- Diuapkan filtrat sampai setengahnya
- Ditambahkan beberapa tetes asam klorida pekat dan serbuk Mg

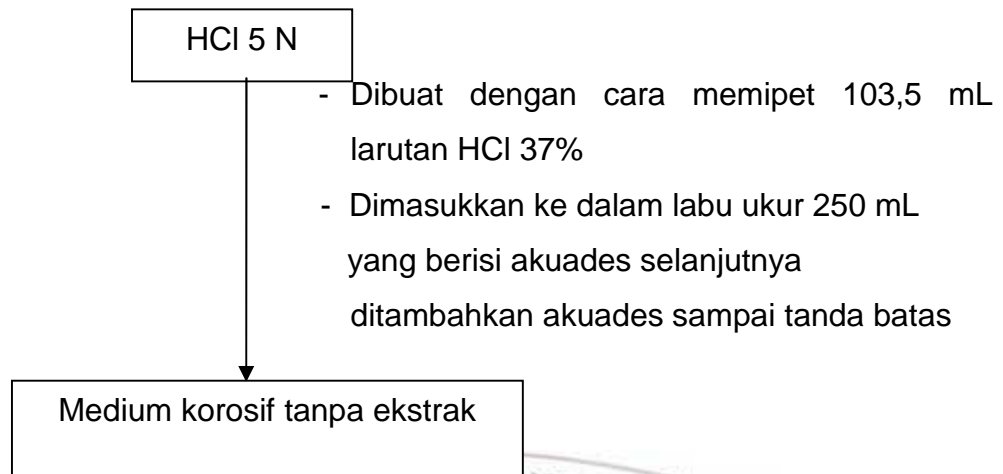
Hasil

Orange hingga merah (flavonoid)

### 3. Pemeriksaan Fenolik, Triterpenoid, dan Steroid



**Lampiran 4. Skema kerja pembuatan larutan induk HCl 5 N**



**Lampiran 5. Skema kerja penentuan kehilangan berat**



**Lampiran 6.** Skema kerja pengukuran polarisasi potensiodinamik.

Elektroda baja

- Dichelupkan kedalam bejana berisi medium korosif tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)
- Dihubungkan elektroda dengan potensiostat dan diatur potensial dan kemudian dilakukan pengukuran.

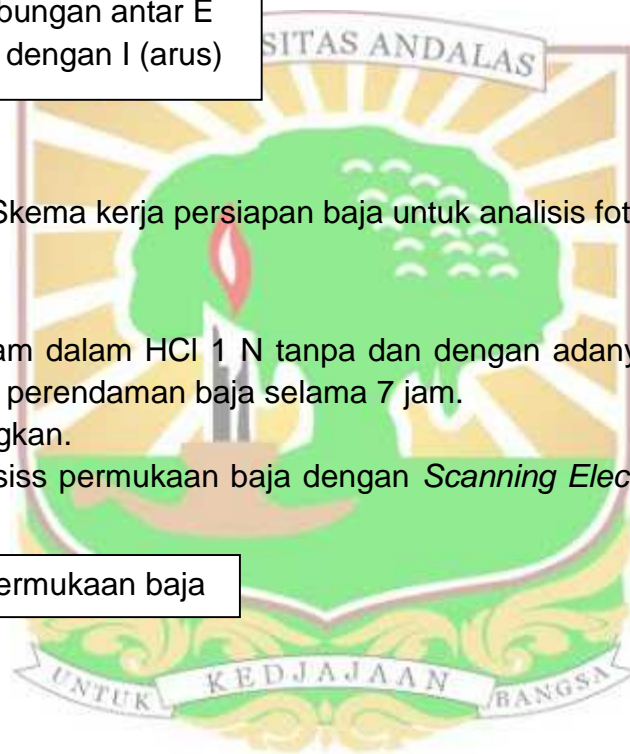
Kurva hubungan antar E  
(potensial dengan I (arus)

**Lampiran 7.** Skema kerja persiapan baja untuk analisis foto optik.

Baja

- Direndam dalam HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak perendaman baja selama 7 jam.
- Dikeringkan.
- Dianalisis permukaan baja dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Morfologi permukaan baja





**Lampiran 8.** Gambar daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)



**Lampiran 9.** Gambar perendaman baja dengan dan tanpa adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah



Lampiran 10. Gambar alat potensiostat



Lampiran 11. Gambar alat SEM



Lampiran 12. Gambar alat *rotary evaporator*



**Lampiran 13.** Perhitungan % nilai kehilangan berat baja (% m).

$$\% \Delta m = \frac{\Delta m}{m_1} \times 100\%$$

Contoh :

Berat awal ( $m_1$ ) = 3599,8 mg

Berat akhir ( $m_2$ ) = 2926,0 mg

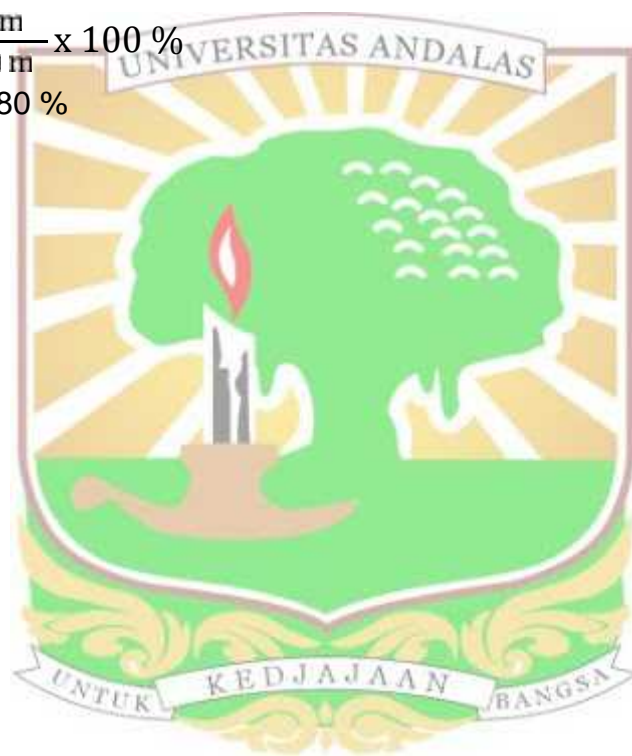
$m$  =  $m_1 - m_2$

= 3599,8 mg – 2926,0 mg

= 673,8 mg

Maka :

$$\% m = \frac{673,8 \text{ mg}}{2926,0 \text{ mg}} \times 100\% \\ = 23,0280\%$$



**Lampiran 14.** Nilai % kehilangan berat baja dalam medium HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah pada variasi suhu dengan waktu perendaman selama 7 jam

| Medium                  | Temperatur (°C) | m <sub>1</sub> (mg) | m <sub>2</sub> (mg) | m (mg) | % m     |
|-------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------|---------|
| HCl 1 N                 | 30              | 4076,6              | 4000,6              | 76     | 1,864   |
|                         | 40              | 4337,3              | 4089,8              | 247,5  | 5,706   |
|                         | 50              | 3681,8              | 2905,4              | 776,4  | 21,088  |
|                         | 60              | 4369,3              | 3254                | 1115,3 | 25,526  |
| HCl 1 N + 0,1 % ekstrak | 30              | 4601,6              | 4578,3              | 23,3   | 0,5063  |
|                         | 40              | 4229,5              | 4154,5              | 75,2   | 1,7779  |
|                         | 50              | 4675,1              | 3758,3              | 316,8  | 11,0740 |
|                         | 60              | 4633,4              | 4194,4              | 439,0  | 9,4746  |
| HCl 1 N + 0,2 % ekstrak | 30              | 4288,0              | 4262,9              | 25,1   | 0,5853  |
|                         | 40              | 2069,6              | 2019,9              | 49,7   | 2,4054  |
|                         | 50              | 3822,6              | 3558,1              | 264,5  | 6,9193  |
|                         | 60              | 3476,7              | 3227,7              | 249,0  | 7,1619  |
| HCl 1 N + 0,3 % ekstrak | 30              | 3371,1              | 3352,4              | 18,7   | 0,5547  |
|                         | 40              | 1826,4              | 1786,1              | 48,3   | 2,6445  |
|                         | 50              | 2011,1              | 1808,3              | 202,8  | 11,0820 |
|                         | 60              | 3599,8              | 3394,9              | 204,9  | 5,6919  |
| HCl 1 N + 0,4 % ekstrak | 30              | 2312,8              | 2297,7              | 15,1   | 0,3715  |
|                         | 40              | 2788,2              | 2744,2              | 44,5   | 1,5960  |
|                         | 50              | 3835,2              | 3703,0              | 132,2  | 10,9538 |
|                         | 60              | 3942,5              | 3876,2              | 166,3  | 4,2181  |
| HCl 1 N + 0,5 % ekstrak | 30              | 3283,6              | 3271,4              | 12,2   | 0,6528  |
|                         | 40              | 2304,9              | 2272,6              | 32,3   | 1,4013  |
|                         | 50              | 3350,7              | 3265,6              | 85,1   | 2,5397  |
|                         | 60              | 4940,2              | 4814,2              | 126,0  | 2,5505  |



**Lampiran 15.** Nilai laju korosi baja dalam medium HCl 1 N dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada variasi suhu selama waktu perendaman 7 jam

| Medium (%)                    | Temperatur (°C) | Jari-jari (cm) | Tebal (cm) | Luas permukaan (cm <sup>2</sup> ) | Laju korosi (mg/cm <sup>2</sup> jam) |
|-------------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| HCl 1 N                       | 30              | 1,273          | 0,113      | 11,080                            | 0,97                                 |
|                               | 40              | 1,273          | 0,109      | 11,048                            | 3,282                                |
|                               | 50              | 1,271          | 0,092      | 10,879                            | 10,198                               |
|                               | 60              | 1,271          | 0,108      | 11,007                            | 14,368                               |
| HCl 1 N +<br>0,1 %<br>ekstrak | 30              | 1,2765         | 0,086      | 10,9223                           | 0,3047                               |
|                               | 40              | 1,2725         | 0,060      | 10,6883                           | 1,0051                               |
|                               | 50              | 1,2755         | 0,107      | 11,0740                           | 4,0867                               |
|                               | 60              | 1,27           | 0,137      | 9,3176                            | 6,7622                               |
| HCl 1 N +<br>0,2 %<br>ekstrak | 30              | 1,2765         | 0,117      | 11,1708                           | 0,2979                               |
|                               | 40              | 1,2725         | 0,074      | 10,7602                           | 0,6598                               |
|                               | 50              | 1,2755         | 0,099      | 11,0099                           | 3,4319                               |
|                               | 60              | 1,27           | 0,096      | 9,2670                            | 3,8355                               |
| HCl 1 N +<br>0,3 %<br>ekstrak | 30              | 1,2765         | 0,088      | 10,9384                           | 0,2442                               |
|                               | 40              | 1,2725         | 0,073      | 10,7522                           | 0,6417                               |
|                               | 50              | 1,2755         | 0,108      | 11,0820                           | 2,6412                               |
|                               | 60              | 1,27           | 0,096      | 9,0212                            | 3,1415                               |
| HCl 1 N +<br>0,4 %<br>Ekstrak | 30              | 1,2765         | 0,087      | 10,9393                           | 0,1973                               |
|                               | 40              | 1,2725         | 0,069      | 10,7203                           | 0,5930                               |
|                               | 50              | 1,2755         | 0,092      | 10,9538                           | 1,7241                               |
|                               | 60              | 1,27           | 0,131      | 9,2743                            | 2,6335                               |
| HCl 1 N +<br>0,5 %<br>ekstrak | 30              | 1,2765         | 0,085      | 10,9143                           | 0,1596                               |
|                               | 40              | 1,2725         | 0,065      | 10,6883                           | 0,4137                               |
|                               | 50              | 1,2755         | 0,054      | 10,6494                           | 1,1415                               |
|                               | 60              | 1,27           | 0,108      | 9,1079                            | 1,9763                               |



### Lampiran 16. Perhitungan laju korosi baja

$$\text{Luas baja (A)} = 2 \pi r (r + h)$$

$$\text{Laju korosi (v)} = \frac{\Delta m}{A \times t}$$

Contoh

$$\text{Diameter baja (d)} : 2,303 \text{ cm}$$

$$\text{Jari-jari baja (r)} : 1,1515 \text{ cm}$$

$$\text{Ketebalan baja (h)} : 0,054 \text{ cm}$$

$$m : 85,1 \text{ (mg)}$$

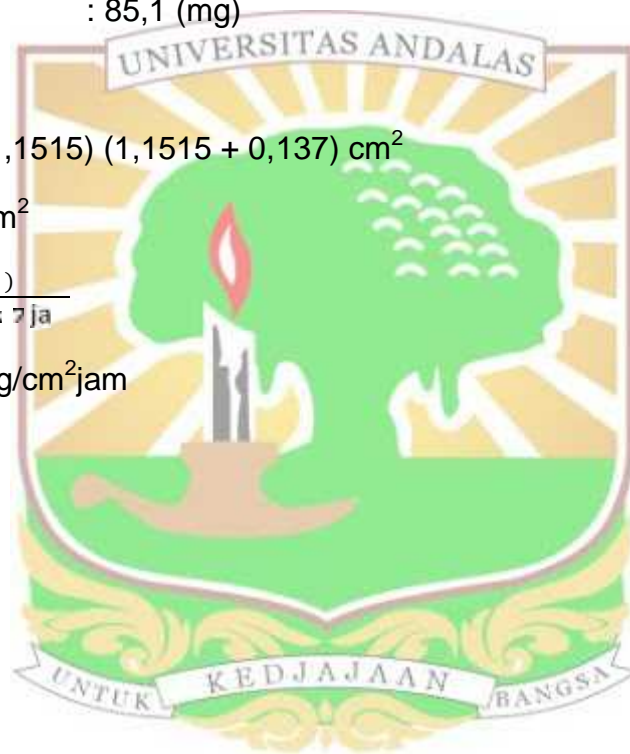
Maka,

$$A = 2 (3,14) (1,1515) (1,1515 + 0,137) \text{ cm}^2$$

$$= 10,6494 \text{ cm}^2$$

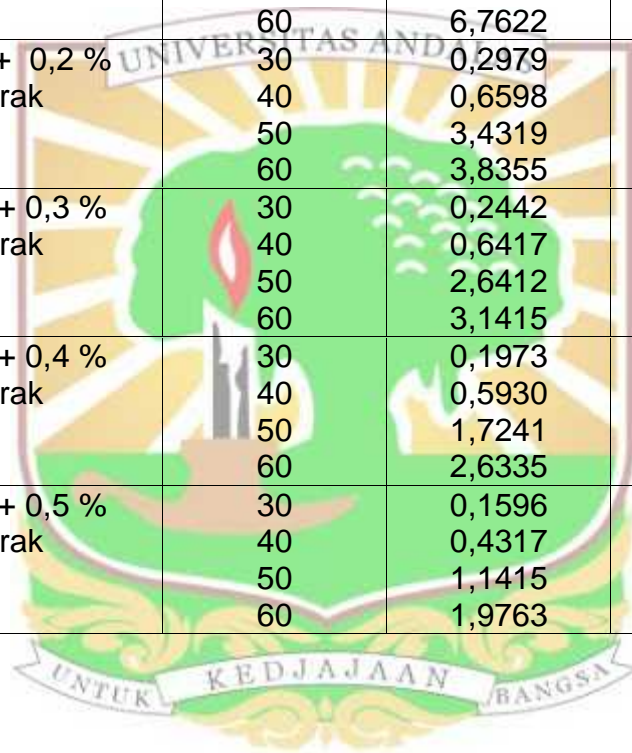
$$V = \frac{85,1 \text{ (mg)}}{10,6494 \text{ cm}^2 \times 7 \text{ jam}}$$

$$= 1,1415 \text{ mg/cm}^2\text{jam}$$



**Lampiran 17.** Nilai % efisiensi inhibisi korosi baja perendaman dalam medium HCl 1 N dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah pada variasi suhu selama waktu perendaman baja selama 7 jam

| Konsentrasi Ekstrak (%) | Temperatur (°C) | Laju korosi (mg/cm <sup>2</sup> jam) | Efisiensi Inhibisi (%) |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------|
| HCl 1 N                 | 30              | 0,97                                 | -                      |
|                         | 40              | 3,282                                | -                      |
|                         | 50              | 10,198                               | -                      |
|                         | 60              | 14,368                               | -                      |
| HCl 1 N + 0,1 % ekstrak | 30              | 0,3047                               | 68,58                  |
|                         | 40              | 1,0051                               | 69,38                  |
|                         | 50              | 4,0867                               | 59,93                  |
|                         | 60              | 6,7622                               | 52,94                  |
| HCl 1 N + 0,2 % ekstrak | 30              | 0,2979                               | 69,28                  |
|                         | 40              | 0,6598                               | 79,89                  |
|                         | 50              | 3,4319                               | 66,35                  |
|                         | 60              | 3,8355                               | 73,31                  |
| HCl 1 N + 0,3 % ekstrak | 30              | 0,2442                               | 74,82                  |
|                         | 40              | 0,6417                               | 80,45                  |
|                         | 50              | 2,6412                               | 74,36                  |
|                         | 60              | 3,1415                               | 78,14                  |
| HCl 1 N + 0,4 % ekstrak | 30              | 0,1973                               | 79,65                  |
|                         | 40              | 0,5930                               | 81,93                  |
|                         | 50              | 1,7241                               | 83,09                  |
|                         | 60              | 2,6335                               | 81,67                  |
| HCl 1 N + 0,5 % ekstrak | 30              | 0,1596                               | 83,54                  |
|                         | 40              | 0,4317                               | 87,39                  |
|                         | 50              | 1,1415                               | 88,81                  |
|                         | 60              | 1,9763                               | 86,25                  |



**Lampiran 18.** Perhitungan nilai % efisiensi inhibisi korosi baja.

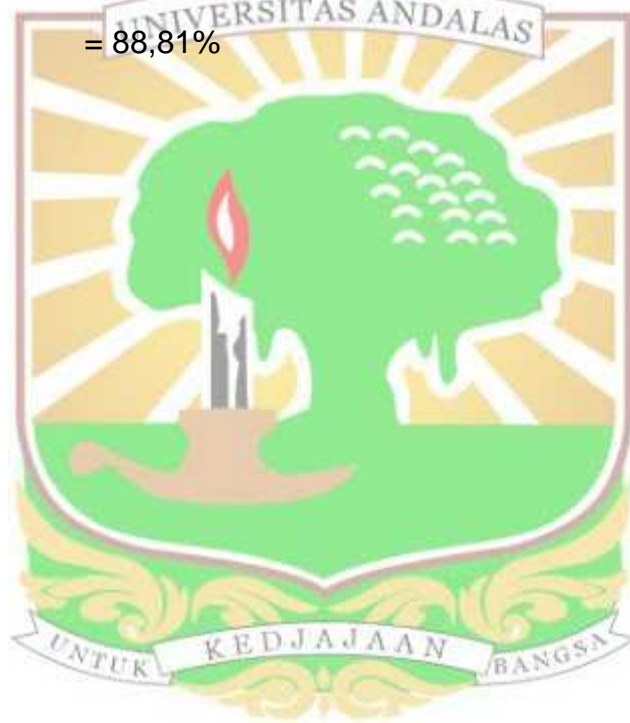
$$EI = \frac{V \text{ tanpa inhibitor} - V \text{ inhibitor}}{V \text{ tanpa inhibitor}} \times 100\%$$

Contoh :

$$V \text{ tanpa inhibitor} = 10,198 \text{ mg/cm}^2\text{jam}$$

$$V \text{ inhibitor} = 1,1415 \text{ mg/cm}^2\text{jam}$$

$$EI = \frac{10,198 \frac{\text{m}}{\text{cm}^2\text{ja}} - 1,1415 \frac{\text{m}}{\text{cm}^2\text{ja}}}{10,198 \frac{\text{m}}{\text{cm}^2\text{ja}}} \times 100\% = 88,81\%$$



### Lampiran 19. Perhitungan derajat penutupan permukaan baja

$$= \frac{V \text{ tanpa inhibitor} - V \text{ inhibitor}}{V \text{ tanpa inhibitor}}$$

Contoh :

$$V_{\text{tanpa inhibitor}} = 10,198 \text{ mg/cm}^2\text{jam}$$

$$V_{\text{inhibitor}} = 1,1415 \text{ mg/cm}^2\text{jam}$$

$$\theta = \frac{1,1 \frac{\text{m}}{\text{cm}^2\text{ja}} - 1,1 \frac{\text{m}}{\text{cm}^2\text{ja}}}{1,3 \text{ m /c}^2\text{ja}}$$

$$= 0,8881$$



**Lampiran 20.** Nilai derajat penutupan permukaan dalam medium HCl 1 N tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah selama perendaman 7 jam.

| Konsentrasi ekstrak (%) | Laju korosi baja (mg/cm <sup>2</sup> jam) | Derajat penutupan |
|-------------------------|---|-------------------|
| 0                       | 10,198                                    | -                 |
| 0,1                     | 4,0867                                    | 0,5993            |
| 0,2                     | 3,4319                                    | 0,6635            |
| 0,3                     | 2,6142                                    | 0,7436            |
| 0,4                     | 1,7241                                    | 0,8309            |
| 0,5                     | 1,1415                                    | 0,8881            |





### Lampiran 21. Penentuan nilai Energi aktivasi (Ea)

$$v = A e^{-E_a/RT}$$

$$\ln v = \ln A + -E_a/RT$$

$$-E_a/R = \text{slope}$$

$$E_a = -\text{slope} \times R$$

Contoh :

| 1/T<br>(K <sup>-1</sup> ) | Ln V<br>(tanpa inhibitor) | Ln V<br>(inhibitor 0,5 %) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 3,3 x 10 <sup>-3</sup>    | -0,0304                   | -1.84                     |
| 3,2 x 10 <sup>-3</sup>    | 1,1884                    | -0.84                     |
| 3,1 x 10 <sup>-3</sup>    | 2,3222                    | 0.13                      |
| 3,0 x 10 <sup>-3</sup>    | 2,6650                    | 2.18                      |

Nilai persamaan garis lurus dari tabel tanpa adanya inhibitor :

$$y = -9244,6x + 30,651$$

$$\begin{aligned} E_a &= -\text{slope} \times R \\ &= -(-9244,6) \times 8,314 \text{ J/mol} \\ &= 76859,60 \text{ J/mol} \\ &= 76,86 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Nilai persamaan garis lurus dengan adanya inhibitor 0.5 %

$$y = -8520,9x + 26,375$$

$$\begin{aligned} E_a &= -\text{slope} \times R \\ &= -(-8520,9) \times 8,314 \text{ J/mol} \\ &= 70842,76 \text{ J/mol} \\ &= 70,84 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

**Lampiran 22.** Persamaan regresi tanpa dan dengan adanya penambahan ekstrak daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)

HCl 1 N + 0 % konsentrasi ekstrak =  $y = -8445.1x + 28.066$

HCl 1 N + 0.1 % konsentrasi ekstrak =  $y = -10702x + 34.245$

HCl 1 N + 0.2 % konsentrasi ekstrak =  $y = -9314.5x + 29.578$

HCl 1 N + 0.3 % konsentrasi ekstrak =  $y = -9067.7x + 28.626$

HCl 1 N + 0.4 % konsentrasi ekstrak =  $y = -8841.1x + 27.691$

HCl 1 N + 0.5 % konsentrasi ekstrak =  $y = -8520.9x + 26.375$



**Lampiran 23.** Perhitungan nilai  $K_{ads}$  dan  $G_{ads}$

$$K_{ads} = \frac{1}{I_r}$$

$$\Delta G_{ads} = - RT \ln (55,5 \times K_{ads})$$

| Konsentrasi ekstrak (%) | $\theta$ | $c/\theta$ |
|-------------------------|----------|------------|
| 0,1                     | 0,5993   | 0,167      |
| 0,2                     | 0,6635   | 0,301      |
| 0,3                     | 0,7436   | 0,403      |
| 0,4                     | 0,8309   | 0,407      |
| 0,5                     | 0,8881   | 0,563      |

Nilai persamaan garis lurus dari tabel pada suhu 50°C

$$y = 0,0898 x + 0,0988$$

$$K_{ads} = \frac{1}{I_r}$$

$$= \frac{1}{0,0}$$

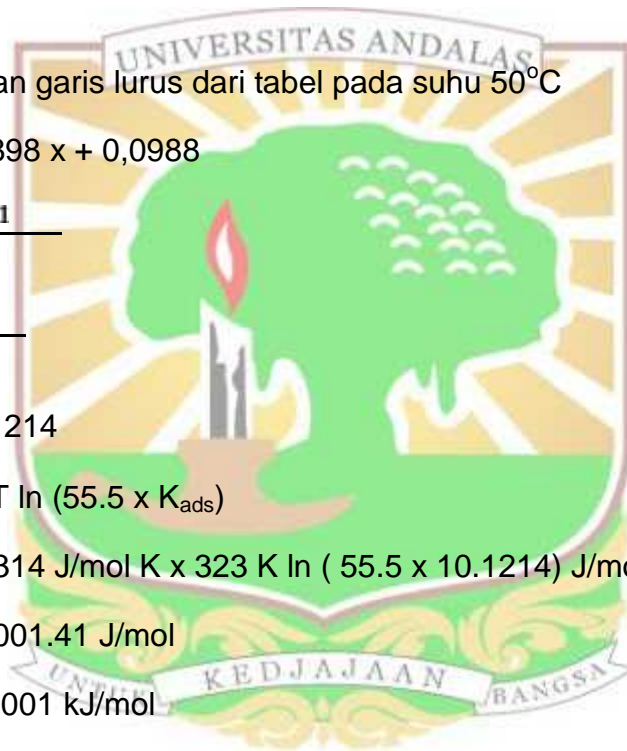
$$= 10,1214$$

$$G_{ads} = - RT \ln (55.5 \times K_{ads})$$

$$= - 8.314 \text{ J/mol K} \times 323 \text{ K} \ln ( 55.5 \times 10.1214) \text{ J/mol}$$

$$= -17001.41 \text{ J/mol}$$

$$= -17.001 \text{ kJ/mol}$$



**Lampiran 24.** Penentuan nilai perubahan entalpi (  $\Delta H$  ) dan entropi (  $\Delta S$  )

$$\Delta H = -\text{slope} \times R$$

$$\Delta S = -R \left( \ln \frac{R}{N} - X \right)$$

| No | Suhu  | 1/T (K) | ln V/T |
|----|-------|---------|--------|
| 1  | 30 °C | 0,0033  | -5,74  |
| 2  | 40 °C | 0,0032  | -4,56  |
| 3  | 50 °C | 0,0031  | -3,45  |
| 4  | 60 °C | 0,003   | -3,14  |

Nilai persamaan garis lurus pada konsentrasi 0 % untuk  $\Delta H$

$$y = -8910x + 23,844$$

$$\Delta H = -\text{slope} \times R$$

$$= -(-8910) \times 8,314 \text{ J/mol K}$$

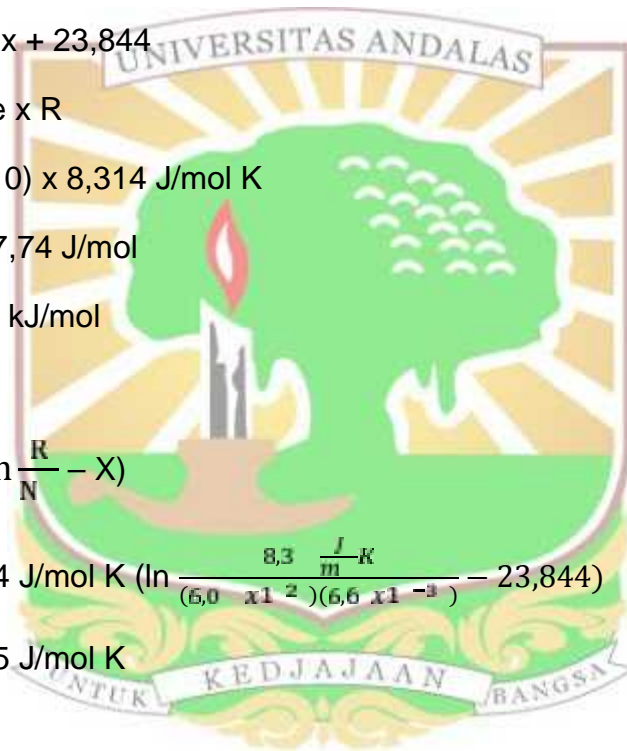
$$= 74077,74 \text{ J/mol}$$

$$= 74,04 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S = -R \left( \ln \frac{R}{N} - X \right)$$

$$= -8,314 \text{ J/mol K} \left( \ln \frac{8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}}{(6,0 \times 10^{-2})(6,6 \times 10^{-3})} - 23,844 \right)$$

$$= -0,705 \text{ J/mol K}$$



**Lampiran 25. Data Analisis Plot Tafel**

Luan permukaan elektroda kerja (baja) =  $3,14 \times (0,94 \text{ cm})^2 = 0,055 \text{ cm}^2$

| Konsentrasi ekstrak (%) | E <sub>korosi</sub> (V) | log I <sub>korosi</sub> ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ) | I <sub>korosi</sub> ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ) | EI (%) |
|-------------------------|-------------------------|---|---|--------|
| 0                       | -0,27                   | -3,74   | 0,000182  | -      |
| 0,1                     | -0,26                   | -4,28   | 0,000052  | 71,43  |
| 0,2                     | -0,3                    | -4,54   | 0,0000459   | 80,93  |
| 0,3                     | -0,24                   | -4,36   | 0,0000436   | 76,04  |
| 0,4                     | -0,3                    | -4,38   | 0,0000417   | 77,08  |
| 0,5                     | -0,2                    | -4,36   | 0,0000347   | 84,06  |



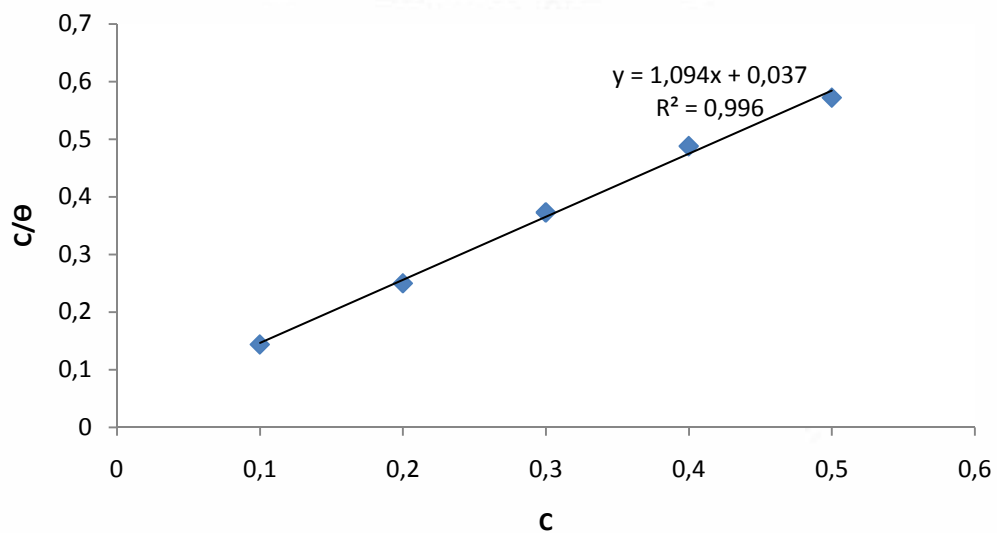


**Lampiran 26.** Data nilai koefisien korelasi pada beberapa macam isoterm asorpsi

a. Isoterm adsorpsi Langmuir suhu 40°C

| Konsentrasi ekstrak (%) | $\theta$ | $C/\theta$ |
|-------------------------|----------|------------|
| 0,1                     | 0,6938   | 0,144      |
| 0,2                     | 0,7989   | 0,250      |
| 0,3                     | 0,8045   | 0,373      |
| 0,4                     | 0,8193   | 0,488      |
| 0,5                     | 0,8739   | 0,572      |

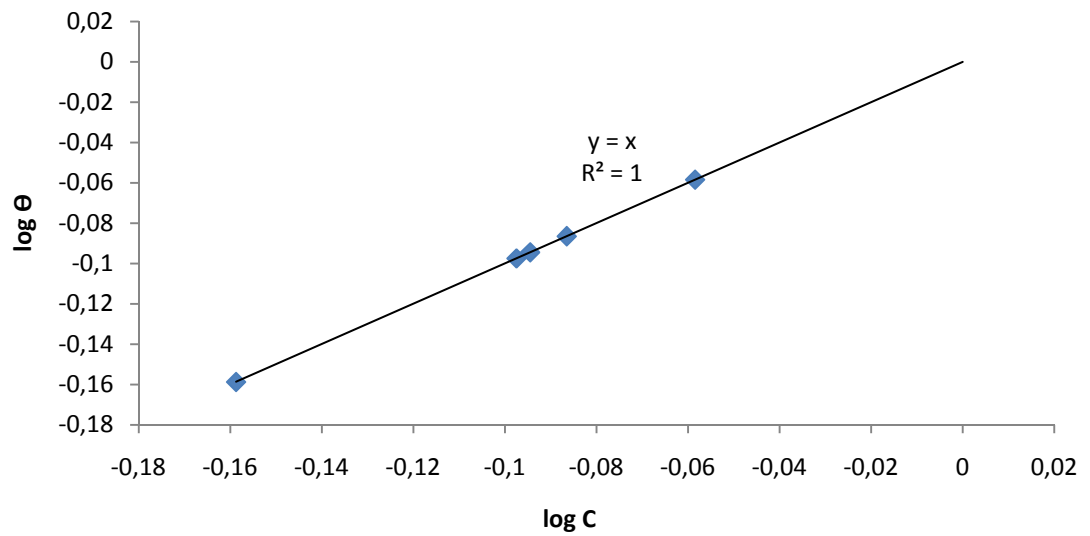
Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir suhu 40°C



b. Isoterm Adsorpsi Freundlich suhu 40°C

| Konsentrasi ekstrak (%) | log $\theta$ | log C  |
|-------------------------|--------------|--------|
| 0,1                     | -0,1587      | -1,000 |
| 0,2                     | -0,0975      | -0,699 |
| 0,3                     | -0,0945      | -0,523 |
| 0,4                     | -0,0865      | -0,398 |
| 0,5                     | -0,0585      | -0,301 |

Grafik Isoterm Adsorpsi Freundlich suhu 40°C



c. Isoterm adsorpsi Temkin suhu 40°C

| Konsentrasi ekstrak (%) | $\theta$ | $\ln C$ |
|-------------------------|----------|---------|
| 0,1                     | 0,6938   | -2,302  |
| 0,2                     | 0,7989   | -1,609  |
| 0,3                     | 0,8045   | -1,204  |
| 0,4                     | 0,8193   | -0,916  |
| 0,5                     | 0,8739   | -0,693  |

Grafik Isoterm adsorpsi Temkin suhu 40°C

