

*Skripsi*

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava L*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

**SRI MUSTAKIMA**

**H311 16 508**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava L*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

**Oleh:**

**SRI MUSTAKIMA**

**H311 16 508**



**MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN JAMBU BIJI (*Psidium guajava L*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

**Disusun dan diajukan oleh:**

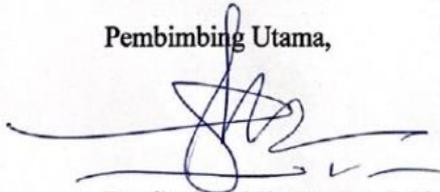
**SRI MUSTAKIMA**

**H311 16 508**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin pada tanggal 23 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Mengetahui,

Pembimbing Utama,



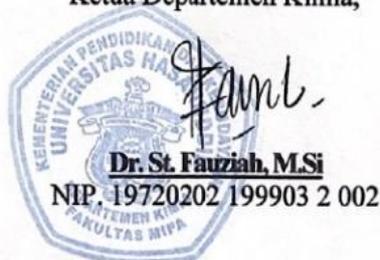
**Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si**  
NIP. 19690705 199703 1 001

Pembimbing Pertama,



**Dr. St. Fauziah, M.Si**  
NIP. 19720202 199903 2 002

Ketua Departemen Kimia,



  
**Dr. St. Fauziah, M.Si**  
NIP. 19720202 199903 2 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sri Mustakima

NIM : H311 16 508

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L*) dan Aplikasinya Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja ST 37 adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 23 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



Sri Mustakima

*Ku persembahkan Skripsi ini untuk yang selalu bertanya:  
“kapan Skripsimu selesai?”*

*Terlambat lulus atau lulus tidak tepat waktu bukan sebuah kejahatan bahkan bukan sebuah aib. Alangkah sempitnya pemikiran seseorang jika mengukur kepintaran orang lain hanya dari siapa yang paling cepat lulus. Bukankah sebaik-baik Skripsi adalah Skripsi yang selesai? Baik itu selesai tepat waktu maupun tidak tepat waktu.*

## PRAKATA



Alhamdulillah rabbi ‘alamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava L*) dan Aplikasinya Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja ST 37”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program strata satu (S1) di Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Limpahan rasa hormat dan bakti serta doa yang tulus, penulis persembahkan kepada Ayahanda **Nur Alam, S.Hut** dan Ibunda **Mulia Ningsih, S.Hut**, yang selalu bersabar membimbing penulis dengan doa dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi perjalanan penulis dalam menuntut ilmu. Semoga Allah SWT senantiasa menganugerahkan rahmat, kemuliaan dan karunia kepada keduanya, di dunia maupun di akhirat. Terima kasih juga untuk saudariku tercinta **Nur Hafsia, S.Si** atas segala bentuk perhatian, pengertian dan kasih sayangnya kepada penulis.

Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Ayahanda **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si** selaku pembimbing utama dan Ibunda **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku pembimbing pertama yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memotivasi penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Ibu **Erna Mayasari, S.Si, M.Si** selaku penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan masukan yang berharga kepada penulis agar menjadi lebih baik lagi.
2. Seluruh dosen dan staf Departemen Kimia yang telah memberikan banyak ilmu dan senantiasa membantu penulis dalam hal perkuliahan.
3. Seluruh analis laboratorium yang senantiasa membantu dan mengarahkan penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
4. Sahabat seperjuanganku **Dian Pingki Sapitri, S.Si, Sri Wulandary, S.Si** dan **Marisa Erni Widiyana, S.Si** yang selalu mendukung, menemani dalam suka maupun duka, serta memberi semangat dan kasih sayang kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga saat ini.
5. **Muh. Akbar** partner yang selalu menemani, mendukung, membantu dan tidak henti-hentinya memberikan semangat, motivasi serta doa kepada penulis hingga tahap ini.
6. Sahabatku **Rutdiana, A.Md.Keb, Nur Hidayah Abdullah, S.Pd** dan **Aziah Utami Putri, S.Pd** yang senantiasa menemani, mendukung, menghibur di waktu luang, memberikan doa yang tiada hentinya dan memberikan cinta layaknya saudara kepada penulis, semoga Allah SWT memudahkan segala urusanmu dan semoga kita selalu didekatkan karena-Nya.
7. Teman-teman seperjuangan "**KROMOFOR 2016**" atas segala bantuan dan selalu memberi dukungan kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga tahap ini.

8. Teman-teman **KKN Gel. 102 Kecamatan Bulupoddo, Kabupaten Sinjai** yang senantiasa memberi dukungan satu sama lain.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka penulis sangat menghargai bila ada kritik dan saran demi penyempurnaan isi skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi diri penulis pribadi maupun pembaca. Terima kasih.

**Makassar, 23 Agustus 2022**



**Penulis**

## ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan daun jambu biji sebagai bahan alam yang mengandung tanin. Senyawa tanin dapat diekstrak untuk digunakan sebagai inhibitor yang dapat melindungi baja dari korosi. Tujuan penelitian ini untuk menguji pengaruh inhibitor ekstrak daun jambu biji terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi pada baja ST 37 dengan metode perendaman. Media perendaman yang digunakan adalah air laut dan asam asetat yang telah ditambahkan inhibitor. Proses perendaman dilakukan dalam interval waktu 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari dengan suhu perendaman 20 °C, 30 °C dan 40 °C pada konsentrasi inhibitor 7 %. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanin yang terkandung pada ekstrak daun jambu biji efektif dalam menghambat terjadinya korosi pada permukaan baja, laju korosi dapat ditentukan dengan metode kehilangan berat. Pengurangan berat baja tanpa inhibitor ekstrak daun jambu biji jauh lebih besar dibandingkan pada baja yang menggunakan inhibitor ekstrak daun jambu biji. Besarnya laju korosi dinyatakan sebagai besarnya kehilangan berat benda uji per satuan luas permukaan per satuan waktu perendaman. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji efektif dalam menghambat korosi yang ditunjukkan dengan efisiensi inhibisi tertinggi diperoleh pada suhu 20 °C selama 2 hari perendaman dalam media air laut dengan efisiensi sebesar 96 % dan laju korosi sebesar 0,0147 mpy sedangkan pada media asam asetat diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 51 % dengan laju korosi sebesar 1,4502 mpy.

Kata Kunci : Daun Jambu Biji, Tanin, Inhibitor, Laju Korosi, Efisiensi Inhibisi

## ***ABSTRACT***

This research used guava leaves as a natural ingredient containing tannins. Tannin compounds can be extracted for use as inhibitors that can protect steel from corrosion. The purpose of this research is to test the effect of guava leaf extract inhibitors on corrosion rate and inhibition efficiency in ST 37 steel by immersion method. The immersion media used seawater and acetic acid to which inhibitors have been added. The immersion process is carried out in time intervals of 2 days, 4 days, 6 days and 8 days with a immersion temperature of 20 °C, 30 °C and 40 °C at an inhibitor concentration of 7 %. The test results show that the tannins contained in guava leaf extract are effective in inhibiting the occurrence of corrosion on the steel surface, the corrosion rate can be determined by the of weight loss method. The weight reduction of steel without guava leaf extract inhibitors is much greater than in steel using guava leaf extract inhibitors. The magnitude of the corrosion rate is expressed as the magnitude of the weight loss of the test object per unit surface area per unit time of immersion. The results of the research showed that guava leaf extract is effective in inhibiting corrosion which is shown with the highest inhibition efficiency obtained at a temperature of 20 °C during 2 days immersion in seawater media with an efficiency of 96% and a corrosion rate of 0.0147 mpy while in acetic acid media obtained an inhibition efficiency of 51% with a corrosion rate of 1.4502 mpy.

Keywords: Guava Leaves, Tannin, Inhibitors, Corrosion Rate, Inhibition Efficiency

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA .....	vi
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Baja .....	6
2.1.1 Klasifikasi Baja .....	7
2.1.2 Baja ST 37.....	9
2.2 Korosi .....	10
2.2.1 Jenis-Jenis Korosi.....	12
2.2.2 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Korosi.....	21
2.2.3 Pencegahan Korosi.....	21

2.3 Laju Korosi .....	22
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi .....	23
2.4 Inhibitor Korosi .....	23
2.5 Tumbuhan Jambu Biji ( <i>Psidium guajava L.</i> ) .....	24
2.5.1 Klasifikasi Jambu Biji ( <i>Psidium guajava L.</i> ) .....	24
2.5.2 Morfologi Jambu Biji ( <i>Psidium guajava L.</i> ) .....	25
2.5.3 Metode Ekstraksi Daun Jambu Biji ( <i>Psidium Guajava L.</i> ) .....	27
2.6 Instrumental .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>31</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	31
3.2 Alat Penelitian .....	31
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	31
3.4 Prosedur Penelitian .....	31
3.4.1 Preparasi Sampel .....	31
3.4.2 Ekstraksi Daun Jambu Biji .....	32
3.4.3 Preparasi Baja Karbon .....	32
3.4.4 Pengujian Fitokimia Senyawa Tanin dalam Ekstrak Pekat ....	32
3.4.5 Pengujian FTIR Senyawa Tanin dalam Ekstrak Pekat .....	33
3.4.6 Pembuatan Medium Korosi CH <sub>3</sub> COOH 25 % .....	33
3.4.7 Pembuatan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji 7 % .....	33
3.4.8 Prosedur Uji Rendam Tanpa Inhibitor .....	33
3.4.9 Uji Rendam dengan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji .....	34
3.4.9.1 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Inhibisi Baja ST 37 .....	34
3.4.9.2 Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Baja ST 37 .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>35</b>

4.1 Preparasi Sampel .....	35
4.2 Ekstraksi Tanin dari Sampel Daun Jambu Biji .....	36
4.3 Hasil Uji Senyawa Tanin Pada Ekstrak Daun Jambu Biji .....	37
4.4 Hasil Uji FTIR ( <i>Fourier Transform Infra Red</i> ) .....	39
4.5 Hasil Uji Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi dengan Metode <i>Weight Loss</i> .....	41
4.5.1 Data Laju Korosi dan Efisiensi dengan Variasi Waktu .....	41
4.5.2 Data Laju Korosi dan Efisiensi dengan Variasi Suhu .....	46
4.6 Hasil Analisa Morfologi Permukaan Makro Baja ST 37 .....	49
4.7 Hasil Analisa SEM ( <i>Scanning Elektron Microscope</i> ) .....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.2 Kesimpulan .....	59
5.3 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	60
LAMPIRAN .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Komposisi kimia baja ST 37 .....	9
2. Hasil Serapan Infra Merah Tanin dan Ekstrak Daun Jambu Biji .....	40
3. Hasil Uji SEM-EDX Mapping dengan Penambahan Inhibitor pada Baja ST 37 .....	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Korosi seragam ( <i>Uniform Attack</i> ).....	13
2. Variasi Bentuk Morfologi Korosi Sumuran ( <i>Pitting Corrosion</i> ).....	14
3. Korosi Erosi ( <i>Errosion Corrosion</i> ) .....	15
4. Korosi Galvanis ( <i>Galvanis Corrosion</i> ) .....	16
5. Korosi Retak Tegangan ( <i>Stress Corrosion Craking</i> ).....	17
6. Mekanisme Korosi Celah ( <i>Crevice Corrosion</i> ) .....	18
7. Korosi Mikrobiologi.....	20
8. Korosi lelah ( <i>Fatigue Corrosion</i> ).....	20
9. Jambu Biji ( <i>Psidium guajava L.</i> ) .....	25
10. Daun Jambu Biji .....	26
11. Struktur Tanin .....	27
12. Prinsip Kerja FTIR .....	29
13. Skema SEM.....	30
14. Serbuk Sampel Daun Jambu Biji .....	35
15. Ekstrak Daun jambu Biji .....	37
16. Uji Fitokimia Senyawa Tanin .....	37
17. Reaksi Pembentukan Senyawa Kompleks Tanin $FeCl_3$ .....	38
18. Spektrum FTIR Tanin dan Ekstrak Daun Jambu Bji .....	40
19. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Waktu pada media air laut .....	41
20. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Waktu pada media asam asetat .....	43
21. Grafik Efisiensi Inhibisi dengan Variasi Waktu .....	45

22. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Suhu pada Media Air Laut .....	46
23. Grafik Laju Korosi dengan Variasi Suhu pada Media Asam Asetat .....	47
24. Grafik Efisiensi Inhibisi dengan Variasi Suhu .....	48
25. Foto Permukaan Baja ST 37 Sebelum Dilakukan Perendaman .....	49
26. Foto Makro Baja ST 37 tanpa Inhibitor dan dengan Inhibitor Pengaruh Waktu Rangkaian Alat Penelitian .....	50
27. Foto Makro Baja ST 37 tanpa Inhibitor dan dengan Inhibitor Pengaruh Suhu .....	52
28. Hasil Uji SEM dengan Inhibitor Pengaruh Waktu .....	54
29. Hasil Uji SEM tanpa Inhibitor Pengaruh Waktu .....	55
30. Hasil Uji SEM dengan Inhibitor Pengaruh Suhu .....	56
31. Hasil Uji SEM tanpa Inhibitor Pengaruh Suhu .....	57
32. Skema Alat Kerja .....	84

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram Alir .....	64
2. Bagan Kerja .....	65
3. Pembuatan Larutan .....	71
4. Perhitungan .....	72
5. Data Laju Korosi Pengaruh Waktu .....	82
6. Data Laju Korosi Pengaruh Suhu .....	83
7. Skema Alat Kerja .....	84

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan korosi perlu mendapat perhatian serius di Indonesia, karena mengingat dua per tiga wilayah Nusantara terdiri dari lautan dan terletak pada daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi (Huda dan Sutjahjo., 2017). Korosi menjadi masalah besar bagi semua logam dan baja yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari mulai dari struktur jembatan, rangka mobil, peralatan rumah tangga, alat-alat kesehatan, peralatan di lingkungan pabrik petrokimia dan kapal-kapal laut mengalami serangan korosi (Hartanto dan Wicaksono., 2018).

Korosi dapat didefinisikan sebagai penurunan mutu suatu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya yang mengakibatkan berat logam berkurang dan terurai dari paduannya (Afandi, dkk., 2015). Proses korosi tidak dapat dihentikan, namun dapat dicegah. Pencegahan atau pengendalian laju korosi dapat dilakukan dengan cara bermacam-macam, salah satunya adalah dengan menambahkan inhibitor sebagai zat yang berguna untuk menghambat laju korosi (Mulyaningsih, dkk., 2019). Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Ali, dkk., 2014).

Inhibitor korosi merupakan suatu zat yang ditambahkan terhadap suatu logam yang ditujukan untuk menghambat atau menurunkan laju korosi terhadap suatu logam. Umumnya, inhibitor korosi berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik. Inhibitor korosi senyawa anorganik tersebut seperti natrium nitrit ( $\text{NO}_2$ ), kromat ( $\text{CrO}_4$ ), fosfat ( $\text{PO}_4$ ), dan garam seng (Zn). Kemudian, Inhibitor

senyawa organik dibagi menjadi 2 jenis yaitu sintetis dan alami. Inhibitor senyawa organik sintetis contohnya yaitu urea, fenilalanin, imidazolin, dan senyawa-senyawa amina sintetis lainnya. Inhibitor senyawa organik alami yaitu senyawa-senyawa yang umumnya berasal dari ekstrak bahan alam (Widyati, dkk., 2018).

Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S, dan atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas seperti dalam senyawa tanin dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks yang akan menghambat laju reaksi korosi pada baja (Yetri, dkk., 2016).

Salah satu tanaman yang mengandung tanin adalah daun jambu biji (*Psidium guajava*, Linn.). Keberadaan tanin di dalam daun jambu biji ini menjadikan tanaman ini dapat dipakai untuk menghambat laju reaksi korosi dari baja, sehingga disebut inhibitor alami. Inhibitor alami ini harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan inhibitor sintetis seperti tanin murni (Hartanto dan Wicaksono., 2018).

Daun jambu biji (*Psidium Guajava L*) adalah bahan alam yang banyak tumbuh di wilayah tropis termasuk Indonesia. Budidaya jambu biji di Indonesia pada umumnya masih dalam bentuk kultur pekarangan, namun berdasarkan luas areal tanam tahun 1992 dan proyeksi luas panen pada tahun 1993 termasuk urutan ke-12 dari 13 jenis buah-buahan komersial yang dihasilkan di negara kita. Daerah penyebaran dan sentra tanaman jambu biji di Indonesia pada tahun 1993 adalah Jawa Barat (14.276 hektar), kemudian diikuti oleh Jawa Tengah (9.383 hektar), Sulawesi Selatan (8.771 hektar), Jawa Timur (4.923 hektar), Yogyakarta (3.120 hektar), Nusa Tenggara Barat (2.436 hektar), Sulawesi Tengah (1.160 hektar),

DKI Jakarta (1.105 hektar), Nusa Tenggara Timur (1.060 hektar), Bali (1.006 hektar). Provinsi lainnya hanya terdapat luas areal panen jambu biji di bawah 1.000 hektar (Ariani dkk., 2018).

Ekstrak daun jambu biji mengandung tanin, minyak atsiri, anti mutagenik, flavonoid, polifenolat, monoterpenoid, siskuiterpen, alkaloid, kuinon dan saponin. Komponen utama dari daun jambu biji adalah tanin yang besarnya mencapai 9-12 % (Wahyuni dan Syamsuddin., 2014).

Penelitian mengenai inhibitor korosi telah dilakukan sebelumnya oleh Tambun dkk (2015), pada penelitian ini menjelaskan untuk pengendalian laju korosi pada plat besi dengan menggunakan inhibitor ekstrak daun jambu biji, dengan media asam klorida. Daun jambu biji diekstraksi dengan metode maserasi, sedangkan laju korosi dihitung dengan metode kehilangan berat, kemudian perendaman dilakukan selama 0, 3, 6, 9, dan 12 hari dengan konsentrasi inhibitor 1 g, 3 g, 5 g, 7 g dan 9 g. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa laju korosi masing-masing dicapai pada penambahan inhibitor sebesar 9 gram dan lama perendaman 12 hari.

Mardina (2018), melakukan penelitian tentang efektivitas ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava* L ) sebagai inhibitor pada baja St37 dalam medium korosif NaCl 3 %. Metode yang digunakan yaitu metode maserasi. Konsentrasi inhibitor ekstrak daun jambu biji yang digunakan adalah 0 %, 3 %, 5% dan 7 % dengan waktu perendaman baja ST 37 selama 4 dan 8 hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji efektif menghambat korosi pada konsentrasi 7 % dengan waktu perendaman 8 hari yaitu sebesar 70,12 %. Berdasarkan hasil analisis SEM dan EDS dengan adanya penambahan inhibitor

luas permukaan sampel yang terkorosi berkurang, serta pengurangan kadar FeO dalam sampel lebih sedikit. Dari hasil analisis dan perhitungan laju korosi didapatkan bahwa inhibitor ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava L*) efektif dalam menghambat laju korosi pada baja ST 37.

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian mengenai efektivitas ekstrak daun jambu biji (*psidium guajava l*) yang diambil dari daerah Takalala Kabupaten Soppeng sebagai inhibitor pada baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat dengan menggunakan metode variasi suhu dan waktu perendaman yang kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan alat FTIR dan SEM-EDX.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. bagaimana pengaruh penambahan inhibitor pada ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava L*) terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi?
2. bagaimana pengaruh waktu dan suhu terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi serta struktur makro dan mikro baja ST 37?
3. bagaimana struktur mikro dan makro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi ekstrak daun jambu biji (*Psidium Guajava L*) sebagai inhibitor korosi pada baja ST 37 dengan

memberikan perlakuan pada daun jambu biji (*Psidium Guajava L*) dengan metode maserasi dan kehilangan berat (*weight loss*).

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah:

1. menganalisis pengaruh penambahan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L*) terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi serta struktur makro dan mikro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat.
2. menentukan pengaruh waktu, suhu terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi serta struktur makro dan mikro baja ST 37.
3. mengkarakterisasi struktur makro dan mikro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat.

### **1.4 Manfaat penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi kepada mahasiswa serta instansi-instansi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L*) sebagai inhibitor korosi alami dan ramah lingkungan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Baja**

Baja merupakan salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu dasar campurannya. Disamping itu baja juga mengandung unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn). Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh jumlah karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja (Bahtiar dkk., 2017).

Baja dapat dibentuk melalui pengecoran atau penempaan. Penggunaan baja yang sangat luas membuat berbagai pihak sering mengklasifikasikan baja menurut cara pembuatannya, penggunaannya, kekuatannya, struktur mikronya dan komposisi kimianya (Junaidi, 2018).

Baja karbon adalah paduan besi karbon di mana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh persentase karbon dan mikrostruktur (Arifin dkk., 2017).

Kadar karbon mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap mutu baja. Baja dengan kadar karbon 0,1 – 0,35 % tidak dapat dikeraskan (Bahtiar dkk., 2017). Fungsi karbon pada umumnya adalah untuk meningkatkan kualitas material baja, yaitu daya tarik (*tensile strength*) dan tingkat kekerasannya (*hardness*) (Akmal, 2013).

## 2.1 1 Klasifikasi Baja

Berdasarkan komposisi kimianya baja dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Mardina, 2018):

### 1. Baja Karbon

Baja karbon terdiri dari besi dan karbon. Oleh karena itu, pada umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon dibagi ke dalam tiga macam, yaitu:

#### a. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah adalah baja yang mengandung karbon kurang dari 0,3 %. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling murah biaya produksi diantara baja karbon lainnya, mudah dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tahan aus. Baja jenis ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa gedung dan jembatan.

#### b. Baja karbon sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang adalah baja yang mengandung karbon dengan persentase sebesar 0,3 % - 0,6 %. Baja karbon sedang memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan baja karbon rendah yaitu kekerasannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah, kekuatan tarik dan batas regang yang tinggi, tidak mudah dibentuk oleh mesin, lebih sulit dilakukan pengelasan dan dapat dikeraskan dengan *quenching*. Baja karbon sedang banyak digunakan untuk

poros, rel kereta api, roda gigi, pegas, baut, komponen mesin yang membutuhkan kekuatan tinggi dan lain-lain.

c. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi merupakan baja yang mengandung karbon sebesar 0,6 % - 1,7 % dan memiliki tahanan panas yang tinggi, kekerasan tinggi, tetapi keuletannya lebih rendah. Baja karbon tinggi mempunyai kuat tarik paling tinggi. Salah satu aplikasi dari baja tersebut adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja.

2. Baja Paduan

Baja paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur seperti nikel, mangan, molibdenum, kromium, vanadium dan wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat baja yang dikehendaki, seperti sifat kekuatan, kekerasan dan keuletannya. Berdasarkan paduannya baja paduan dibagi menjadi tiga macam yaitu:

a. Baja paduan rendah (*Low Alloy Steel*)

*Low alloy steel* merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 2,5 %), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kadar karbon yang sama. Baja jenis ini biasanya digunakan untuk perkakas seperti pahat kayu, poros dan gergaji.

b. Baja paduan menengah (*Medium Alloy Steel*)

Baja paduan menengah merupakan baja dengan paduan elemen sebesar 2,5 % - 10 %. Unsur-unsur yang terdapat pada baja jenis ini diantaranya Cr, Mn, Ni, S, Si, P dan lain-lain.

c. Baja paduan tinggi (*High Alloy Steel*)

Baja paduan tinggi merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan lebih dari 10 %. Unsur-unsur yang terdapat pada baja jenis ini diantaranya unsur Cr, Mn, Ni, S, Si, dan P.

### 2.1.2 Baja ST 37

Baja ST 37 adalah baja yang digunakan untuk konstruksi jembatan, perkapalan dan industri perpipaan. Baja ST 37 diproduksi berdasarkan standar DIN (Jerman) dengan kekuatan tarik sebesar 37 MPa. Baja ST 37 mempunyai kadar karbon sebesar 0,13 % dan tergolong dalam baja karbon rendah. Komposisi kimia baja ST 37 dapat dilihat pada tabel berikut ini (Mardina, 2018):

**Tabel 1.** Komposisi kimia baja ST 37 (Mardina, 2018)

Unsur	Komposisi (%)
Karbon (C)	0,134
Mangan (Mn)	1,19
Silikon (Si)	0,247
Fosfor (P)	0,022
Sulfur (S)	0,002
Cuprum (Cu)	0,011
Nikel (Ni)	0,019
Molibden (Mo)	0,003
Krom (Cr)	0,025
Vanadium (V)	0,0004
Titanium (Ti)	0,009
Besi (Fe)	98,2

Penggunaan baja ST 37 terbatas pada bagian-bagian yang kurang mendapatkan beban dan gesekan yang berat, karena baja karbon ST 37 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan

yang ada. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan *carburizing* (Hizbullah, 2017).

## 2.2 Korosi

Korosi dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu bahan-bahan yang terbuat dari logam atau paduannya dapat mengalami kerusakan akibat terserang korosi (Sharma dkk., 2008). Korosi biasanya dimulai pada permukaan dan disebabkan oleh reaksi elektrokimia. Kehancuran kemudian dapat menyebar ke bagian dalam materi. Organisme juga dapat berkontribusi pada korosi bahan bangunan. (Afandi dkk., 2015).

Korosi merupakan suatu gejala degradasi kualitas permukaan suatu material yang prosesnya berjalan lambat. Jika suatu korosi tidak segera ditangani akan menimbulkan suatu masalah, seperti mengakibatkan kerugian baik secara ekonomi ataupun keamanan (Widyati dkk., 2018). Semua material akan mengalami korosi, khususnya logam besi yang bebas dari kotoran di dalam materialnya yang disebut impurities, yang berupa oksida dari logam besi tersebut akibat bereaksi dengan zat asam diudara, perbedaan struktur molekuler dari logam itu sendiri, serta perbedaan tegangan didalam bagian-bagian logam besi tersebut (Ali dkk., 2014).

Lingkungan air atau uap air dalam jumlah sedikit atau banyak akan mempengaruhi tingkat korosi pada logam. Reaksinya bukan hanya antara logam dengan oksigen saja, tetapi juga dengan uap air yang menjadi reaksi elektrokimia. Udara disekitar juga berpengaruh terhadap terjadinya korosi. Partikel padat yang terbawa oleh aliran ataupun gas dapat mengikis cat yang merupakan selaput pelindung pada permukaan logam (Gapsari, 2017).

Menurut Amalia (2016), proses korosi hanya akan terjadi jika ada tiga komponen utama dalam sel korosi, yaitu:

1. Logam atau bahan didalam logam itu sendiri terdapat 2 komponen penting dalam penentuan terjadinya reaksi korosi, yaitu :

a. Anoda

Anoda adalah bagian permukaan yang mengalami reaksi oksidasi atau terkorosi. Pada anoda ini logam terlarut dalam larutan dan melepaskan elektron untuk membantuk ion logam yang bermuatan positif

b. Katoda

Katoda adalah elektroda yang mengalami reaksi reduksi dengan menggunakan elektron yang dilepaskan oleh anoda. Pada lingkungan air alam, proses yang sering terjadi adalah pelepasan H<sub>2</sub> dan reduksi O<sub>2</sub>.

1) Pelepasan H<sub>2</sub> dalam larutan asam dan netral

Evolusi hidrogen / larutan asam:



2) Reduksi air / larutan netral /basa:



3) Reduksi oksigen terlarut dalam larutan asam dan netral

Reduksi oksigen / asam:



4) Reduksi oksigen / netral atau basa:



5) Reduksi ion logam yang lebih elektronegatif:



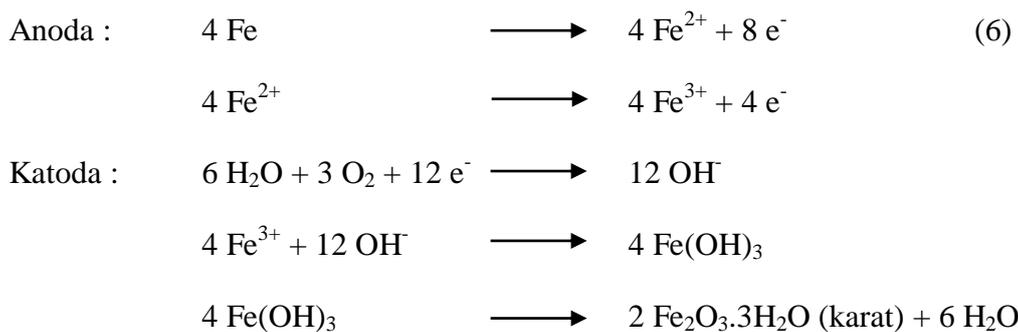
## 2. Elektrolit

Untuk mendukung suatu reaksi reduksi dan oksidasi dan melengkapi rangkaian elektrik, antara anoda dan katoda harus dilengkapi dengan elektrolit. Elektrolit menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan elektroequivalen force sehingga reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak kandungan ion-ion dalam elektrolit maka semakin cepat elektrolit menghantarkan arus listrik.

## 3. Rangkaian listrik

Antara anoda dan katoda haruslah terdapat suatu penghubung atau kontak agar elektron dapat mengalir dari anoda menuju katoda.

Menurut Afandi dkk (2015), jika salah satu dari komponen utama tersebut tidak ada, maka korosi tidak akan terjadi. Reaksi korosi yang akan terjadi, yaitu:



### 2.2.1 Jenis-Jenis Korosi

Menurut Utomo (2009), korosi memiliki beberapa jenis, yaitu :

#### 1. Korosi seragam (*Uniform Attack*)

Korosi seragam (*uniform attack*) adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia. Korosi jenis ini terbentuk pada permukaan yang terbuka pada cakupan yang cukup luas. Logam yang terkena korosi akan menipis dan kemudian mengalami kerusakan, biasanya terjadi

pada logam yang terendam dalam suatu cairan pada jangka waktu yang cukup lama. Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara :

- a. Diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor.
- b. Untuk jangka pemakaian yang lebih lama disarankan diberi logam berpaduan tembaga 0,4%.
- c. Dengan melakukan pelapisan dengan cat atau dengan material yang lebih anodik.
- d. Melakukan inhibitas dan proteksi katodik (*cathodik protection*).

Contoh korosi seragam dapat dilihat pada Gambar 1.



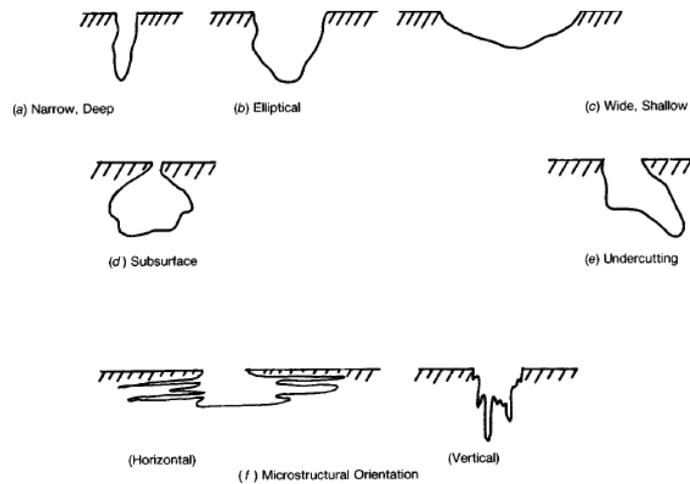
**Gambar 1.** Korosi seragam (*uniform attack*) (Utomo, 2009)

## 2. Korosi Sumur (*Pitting Corrosion*)

Korosi sumur (*pitting corrosion*) adalah korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen yang dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk cekungan atau lubang pada permukaan logam. Korosi sumuran pada baja tahan karat terjadi karena rusaknya lapisan pelindung. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara diberikan inhibitor dan diberikan *coating* dari zat agresif.

Korosi sumuran merupakan bentuk korosi yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan pada suatu material hanya dengan kehilangan sedikit persen berat. Sangat sulit untuk mendeteksi korosi sumuran karena ukurannya yang kecil dan sering tertutup oleh produk korosinya.

Permukaan korosi sumuran biasanya tertutup oleh *deposit* dari aliran proses dan endapan produk korosi. Berdasarkan bahan penyusun logam dan kondisi kimia lingkungan, morfologi korosi sumuran akan bermacam-macam seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Variasi bentuk morfologi korosi sumuran (Adrian, 2009)

Menurut Adrian (2009), Mekanisme terjadinya korosi sumuran adalah sebagai berikut:

- a. Mula-mula korosi di seluruh permukaan logam yang menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen dalam elektrolit di dekatnya.
- b. Lintasan oksigen menuju bagian tengah lebih panjang sehingga bagian ini menjadi anoda sedangkan lintasan yang lebih pendek menjadi katoda. Akibatnya pelarutan logam terjadi di bagian tengah dan reaksi ion logam dengan hidroksil menyebabkan penumpukan produk korosi di seputar lubang sumuran dan membentuk cincin karat.

### 3. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)

Korosi erosi disebabkan oleh kombinasi fluida korosif dan kecepatan alir yang tinggi. Bagian fluida yang kecepatan alirannya rendah akan mengalami laju

korosi rendah sedangkan fluida kecepatan tinggi menyebabkan terjadinya erosi dan dapat menggerus lapisan pelindung sehingga mempercepat korosi.

Korosi erosi merupakan bentuk korosi yang timbul ketika logam terserang akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam. Korosi erosi terbagi menjadi 3 yaitu korosi dalam kondisi aliran laminar, kerusakan akibat kondisi turbulensi (olakan) dan peronggaan sebagai akibat dari aliran elektrolit yang sangat deras. Korosi erosi dapat dikendalikan dengan menggunakan material yang terbuat dari logam yang keras, merubah kecepatan alir fluida atau merubah arah aliran fluida (Irwanto dkk., 2013). Contoh korosi erosi dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Korosi erosi (*erosion corrosion*) (Utomo, 2009)

#### 4. Korosi Galvanis (*Galvanis Corrosion*)

Korosi galvanik terjadi jika dua logam yang berbeda tersambung melalui elektrolit sehingga salah satu dari logam tersebut akan terserang korosi sedang lainnya terlindung dari korosi. Korosi ini dapat dicegah dengan cara diberi isolator yang cukup tebal hingga tidak ada aliran elektrolit dan penambahan anti korosi inhibitor pada cairan.

Sebuah logam cenderung terkorosi jika terhubung dengan logam yang lebih katodik dari logam itu sendiri. Secara alamiah *stainless steels* mempunyai kemampuan untuk membentuk lapisan pelindung dalam hal kehadiran oksigen atau agen oksida seperti *nitric* atau *carbonic acid* dan seandainya lapisannya

rusak, maka logam tersebut akan lebih cepat terkorosi dengan adanya *hydrochloric*, *hydrofluoric*, atau *oxygen-free acids* lainnya. Untuk memilih *stainless steels* yang sesuai *engineer* harus menentukan apakah logam tersebut ingin berada di daerah keadaan pasif atau aktif.

Korosi galvanik ini banyak terjadi pada benda yang menggunakan lebih dari satu macam logam sebagai komponennya, misalnya pada automotif. Jika aluminium terhubung langsung dengan baja, maka aluminium akan terkorosi. Untuk mengatasi hal ini, maka di antara aluminium dan baja harus ditempatkan sebuah benda non logam atau isolator untuk memisahkan kontak listrik di antara keduanya. Mekanisme korosi galvanik biasanya digunakan untuk sistem proteksi pada komponen baja, misalnya proteksi pada lambung kapal, tiang penyangga dermaga, pipa baja dan tiang penyangga jembatan (Irwanto dkk., 2013). Contoh korosi galvanis dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Korosi galvanis (*galvanis corrosion*) (Utomo, 2009)

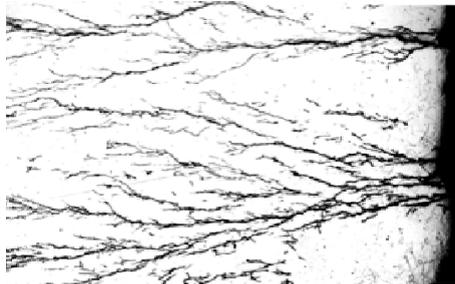
#### 5. Korosi Retak Tegangan (*Stress corrosion cracking*)

Korosi retak tegangan (*stress corrosion cracking*) adalah proses retak yang memerlukan aksi secara bersamaan dari bahan perusak (karat) dan berkelanjutan dengan tegangan tarik. Hal ini juga termasuk *intercrystalline* atau transkristalin korosi, yang dapat menghancurkan paduan tanpa tegangan yang diberikan atau tegangan sisa.

Mekanisme korosi tegangan terjadi akibat adanya hubungan dari 3 faktor komponen, yaitu:

- a. Bahan rentan terhadap korosi.
- b. Adanya larutan elektrolit (lingkungan).
- c. Adanya tegangan.

Sebagai contoh, tembaga dan paduan rentan terhadap senyawa amonia, baja ringan rentan terhadap larutan alkali dan baja tahan karat rentan terhadap klorida. Contoh korosi retak tegangan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Korosi retak tegangan (*stress corrosion cracking*) (Utomo, 2009)

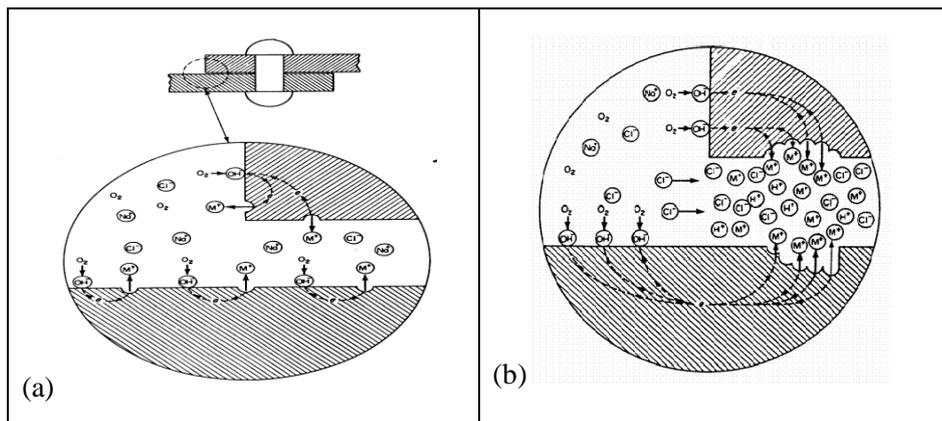
#### 6. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi celah (*crevice corrosion*) terjadi karena kontak dua material seperti pada sambungan baut, paku keling, gasket dll. Jika celah ini terisi air atau elektrolit korosi lainnya maka pada bagian celah akan mengalami serangan korosi dibanding permukaan lainnya yang langsung berhubungan dengan udara luar. Korosi ini dapat dicegah dengan cara dikeringkan bagian yang basah dan dibersihkan kotoran yang ada. Mekanisme korosi celah dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Mula-mula elektrolit mempunyai komposisi seragam dan korosi terjadi perlahan-lahan di seluruh permukaan logam baik di luar maupun di dalam celah.

- b. Pengambilan oksigen yang terlarut menyebabkan lebih banyak lagi difusi oksigen dari permukaan elektrolit yang kontak langsung dengan atmosfer. Oksigen di permukaan luar celah lebih mudah dikonsumsi dibandingkan di dalam celah. Akibatnya proses katodik di dalam celah terhambat sehingga pembangkitan ion hidroksil berkurang.
- c. Produksi ion-ion positif dalam celah menyebabkan ion-ion negatif dari elektrolit terdifusi ke dalam celah. Ion-ion negatif seperti  $\text{Cl}^-$  menyebabkan penurunan pH sehingga mempercepat dan merusak selaput pasif bahan.
- d. Peningkatan ion hidrogen mempercepat proses pelarutan logam sehingga serangan korosi lebih hebat.

Mekanisme korosi celah ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Mekanisme korosi celah (a) tahap awal (b) tahap akhir (Adrian, 2009)

## 7. Korosi Mikrobiologi

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

kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya, memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya, memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif dan memperbaiki konstruksi agar tidak menyimpan air, lumpur serta zat korosif lainnya.

Menurut Supardi (1997), mekanisme terjadinya korosi oleh adanya bakteri pertama kali di tulis oleh Kurh dan Vlugt. Ada 4 (empat) hipotesa mengenai mekanisme korosi oleh bakteri, yaitu :

- a. Mikroba dapat mengeluarkan inhibitor mineral dari media fosfat dan nitrat. Fosfat dan Nitrat mempunyai sifat inhibitor pada aluminium tapi digunakan dalam metabolisme bakteri. Media yang tertinggal jadi korosi, juga dengan adanya sumber protein dapat menetralkan pengaruh dari inhibitor. Sebenarnya konsentrasi nitrat 12mMol sudah efektif untuk inhibitor, tetapi dilingkungan 0,2 – 0,8 mMol Nitrat sudah dapat menjadi inhibitor. Dengan adanya bakteri maka jumlah konsentrasi ini jadi tidak berfungsi.
- b. Mikroba dapat merubah hidrokarbon menjadi produk yang cukup korosif dan walaupun telah diuraikan masih tetap dapat menyerang aluminium.
- c. Akibat hidupnya mikroba dapat menimbulkan sel konsentrasi oksigen hingga akan timbul elemen galvanik, di mana akan menimbulkan korosi sumur. Dalam sumur tadi di dapat bakteri *Desulfovibrio desulfuricans* dan akan menghasilkan senyawa sulfida.

- d. Mikrobia akan mengambil sumber elektron dari logam.

Contoh korosi mikrobiologi dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Korosi mikrobiologi (Utomo, 2009)

#### 8. Korosi lelah (*Fatigue Corrosion*)

Korosi lelah (*Fatigue corrosion*) terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Kelelahan akibat korosi pertama kali diungkapkan 60 tahun yang lalu dan lebih dikonsentrasikan pada kerusakan kabel di bawah perairan laut. Penyelidikan lebih lanjut terhadap hal ini dilakukan 10 tahun kemudian dan dicetuskan istilah kelelahan akibat korosi (*corrosion fatigue*). Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal. Korosi ini dapat dicegah dengan cara menggunakan inhibitor dan memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi. Contoh korosi lelah dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Korosi lelah (*fatigue corrosion*) (Utomo, 2009)

### **2.2.2 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Korosi**

Secara garis besar, faktor yang menyebabkan korosi dapat dibagi menjadi dua yaitu, diakibatkan oleh diri material itu sendiri dan lingkungan. Faktor internal yang lain dan tidak kalah pentingnya adalah proses produksi itu sendiri. Proses yang dimaksud dapat berupa proses panas dan proses dingin. Dalam proses panas, apabila suhu yang kita berikan terlalu tinggi, maka akan menyebabkan terjadinya korosi galvanik atau korosi intergranular. Dengan perlakuan dinginpun korosi juga akan tetap berpengaruh. Hal ini karena dengan proses dingin memungkinkan terjadinya penyimpangan bidang kristal sehingga memudahkan masuknya media korosif melalui celah-celah. Sedangkan apabila ditinjau dari faktor lingkungan, banyak sekali lingkungan yang dapat mengakibatkan terjadinya korosi tergantung pengaplikasian baja itu sendiri. Macam lingkungan yang dapat mengakibatkan korosi dapat dibagi menjadi 2 yaitu *locational* dan *mechanical* (Munasir dan Yulie, 2009).

### **2.2.3 Pencegahan Korosi**

Menurut Mardina (2018), proses korosi dapat dicegah dengan melihat berbagai aspek yang mempengaruhi proses korosi tersebut. Aspek-aspek dalam pencegahannya yaitu:

#### **1. Seleksi Material**

Metode yang sering digunakan dalam pencegahan korosi yaitu seleksi material dengan pemilihan logam atau paduan yang ditempatkan dalam suatu lingkungan korosif tertentu. Logam atau material memiliki sifat tertentu, terutama untuk tahan akan korosi.

## 2. Proteksi katodik

Proteksi katodik adalah jenis perlindungan korosi dengan menghubungkan logam yang mempunyai potensial lebih tinggi ke struktur logam sehingga tercipta suatu sel elektrokimia dengan logam berpotensi rendah bersifat katodik dan terproteksi.

## 3. Pelapisan (*coating*)

Prinsip umum dari pelapisan yaitu melapisi logam induk dengan suatu bahan atau material pelindung. Jenis-jenis pelapisan sebagai pelindung proses korosi dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu pelapisan organik, anorganik dan logam.

## 4. Perubahan media dan inhibitor

Perubahan media lingkungan dan inhibitor bertujuan untuk mengurangi dampak korosi. Parameter-parameter umum yaitu penurunan temperature, penurunan laju alir larutan elektrolit, menghilangkan unsur oksigen, perubahan konsentrasi dan inhibitor.

### **2.3 Laju Korosi**

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Dalam perhitungan laju korosi, satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki nilai laju korosiantara 1 – 200 mpy (Afandi dkk., 2015).

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi yang

terjadi (Mulyaningsih dkk., 2019). Untuk laju reaksi korosi dan efisiensi inhibisi korosi dapat dihitung dengan persamaan (7) dan (8) (Nasution dkk., 2012):

$$\text{Laju Korosi} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Luas Plat Besi} \times \text{Waktu Perendaman}} \quad (7)$$

$$\text{Efisiensi inhibisi} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100 \% \quad (8)$$

Ket :  $V_{ko}$  = laju reaksi korosi tanpa inhibitor

$V_{ki}$  = laju reaksi korosi dengan inhibitor

### 2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi

Menurut Mardina (2018), ada beberapa faktor yang mempengaruhi laju korosi yaitu:

1. Jenis logam dan struktur mikroskopis logam
  - a. Semakin inert suatu logam, maka semakin tahan logam tersebut terhadap korosi.
  - b. Tidak homogenya susunan dari logam, maka akan menimbulkan sel korosi pada logam itu sendiri.
2. Komposisi dan konsentrasi larutan elektrolit

Larutan elektrolit adalah air yang mengandung anion dan kation. Beberapa faktor yang mempengaruhi korosifitas suatu larutan antara lain konduktivitas, pH dan Gas terlarut.

## 2.4 Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi lingkungan terhadap logam. Sejauh ini penggunaan inhibitor

merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Yetri dkk., 2016).

Inhibitor terbagi dua yaitu inhibitor organik dan inhibitor anorganik. Inhibitor organik yaitu inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada daun, akar, kulit, buah dan batang tumbuhan. Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang mengandung pasangan elektron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks. Sedangkan, inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan fosfat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik.

## **2.5 Tumbuhan Jambu Biji (*Psidium guajava L.*)**

### **2.5.1 Klasifikasi Jambu Biji (*Psidium guajava L.*)**

Nama ilmiah jambu biji adalah (*Psidium Guajava L.*). *Psidium* berasal dari Bahasa Yunani , yaitu “*Psidium*” yang berarti delima. Sementara *Guajava* berasal dari nama yang diberikan oleh orang Spanyol. Tanaman jambu biji berasal dari Amerika Serikat Tengah yang tumbuh pada tanah gembur maupun liat di tempat terbuka dan mengandung air yang cukup banyak.

Menurut Parimin (2005), adapun taksonomi tanaman jambu biji diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae
Genus	: <i>Psidium</i>
Spesies	: <i>Psidium guajava</i> Linn

Tanaman jambu biji dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) (Amalia, 2016)

### **2.5.2 Morfologi Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)**

Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) merupakan salah satu tumbuhan yang tumbuh secara luas di Indonesia. Jambu biji memiliki manfaat yang sangat banyak, mulai dari buah yang mengandung banyak vitamin C hingga bagian daunnya yang banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional (Yuliarti, 2016).

Tanaman jambu biji (*P. guajava* L.) ditemukan pada ketinggian 1 m sampai 1.200 m dari permukaan laut. Jambu biji berbunga sepanjang tahun.

Bunga daun jambu biji termasuk bunga sempurna. Jambu biji merupakan salah satu tanaman buah jenis perdu. Jambu biji ini mempunyai daun dengan helaian daun berbentuk bulat telur agak jorong dan berujung tumpu, pangkal membulat, tepi rata agak melengkuk ke atas, pertulangan menyirip panjang 6 cm sampai dengan 14 cm, lebar 3 cm sampai dengan 6 cm, dan berwarna hijau. Batangnya berkayu, keras, kulit batang licin, berwarna coklatkehijauan dan mudah mengelupas. Buahnya berbentuk bulat sampai bulat telur, berwarna hijau sampai hijau kekuningan, lunak, berwarna putih kekuningan atau merah jambu, biji banyak mengumpul di tengah, kecil, keras, dan berwarna kuning kecoklatan (Mulyaningsih dkk., 2019). Daun jambu biji dapat dilihat pada Gambar 10.

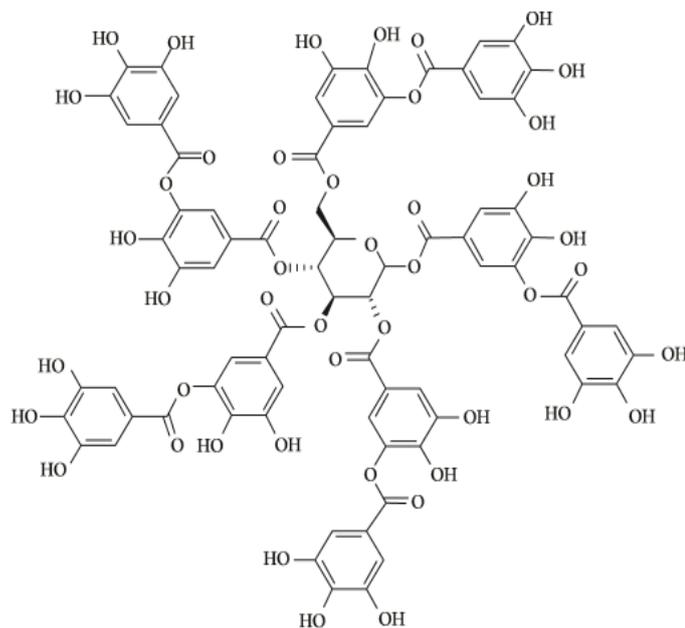


**Gambar 10.** Daun Jambu Biji (Ariani dkk., 2008)

Daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) memiliki kandungan tanin 12-18 %, kalori 49 kal, vitamin A 25 SI, Vitamin B<sub>1</sub> 0,02 mg, vitamin C 87 mg, kalsium 14 mg, hidrat arang 12-20 g, fosfor 28 mg, besi 1,10 mg, protein 0,90 mg, lemak 0,30 g, air 86 g, dan zat-zat penyamak (psiditanin) sekitar 9 %. Jambu biji juga mengandung minyak atsiri berwarna kehijauan dengan kandungan eganol sekitar 0,4 % damar 3 % dan minyak lemak 6 % (Tambun dkk., 2015).

Tanin adalah senyawa organik non toksik yang tergolong polifenol yang bisa diperoleh dari ekstrak tumbuh-tumbuhan. Tanin dapat berfungsi sebagai zat

anti korosi yang dapat menggantikan fungsi kromat dan timbale merah dalam zat dasar. Dalam senyawa tanin, terdapat gugus fungsi hidroksi yang melekat pada cincin aromatis sehingga tanin dapat membentuk kompleks khelat dengan kation besi dan logam lainnya. Senyawa tanin dapat membentuk kompleks dengan besi (II) dan besi (III). Kompleks besi (II)-tanin tidak berwarna dan sangat mudah larut dan teroksidasi. Dengan adanya oksigen, kompleks ini berubah menjadi kompleks besi(III)-tanin yang disebut tanat. Kompleks inilah yang akan melekat pada permukaan besi yang akan menghalangi terjadinya proses korosi lebih pada permukaan besi (Ali dkk., 2014). Struktur tanin dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Struktur Tanin (Ahmad, 2014)

### 2.5.3 Metode Ekstraksi Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*)

Untuk mendapatkan senyawa aktif dari suatu tumbuhan dapat digunakan metode ekstraksi. Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan

senyawa non polar. Secara umum ekstraksi dilakukan secara berturut-turut mulai dengan pelarut non polar (n-heksan) lalu pelarut yang kepolarannya menengah (diklor metan atau etil asetat) kemudian pelarut yang bersifat polar (metanol atau etanol). Maserasi merupakan proses ekstraksi dengan cara perendaman menggunakan pelarut organik pada suhu ruang. Proses ini sangat menguntungkan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam karena dengan perendaman sampel akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel, sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik serta struktur senyawa tidak akan mudah rusak (Mardina, 2018).

## 2.6 Instrumental

Karakterisasi plat baja ST 37 dapat dilakukan dengan menggunakan alat instrumental yang umum digunakan, yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) sebagai berikut:

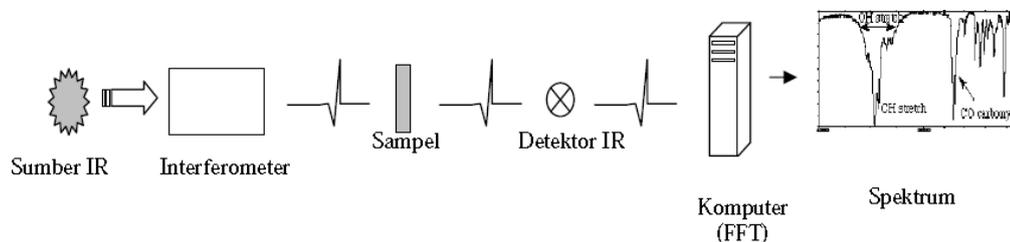
### 1. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Spektrofotometri infra merah merupakan suatu metode mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1000  $\mu\text{m}$ . radiasi elektromagnetik dikemukakan pertama kali oleh James Clark Maxwell, yang menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan (Sari, 2011).

Komponen medan listrik yang banyak berperan dalam spektroskopi umumnya hanya komponen medan listrik seperti dalam fenomena transmisi,

pemantulan, pembiasan, dan penyerapan. Penyerapan gelombang elektromagnetik dapat menyebabkan terjadinya eksitasi tingkat-tingkat energi dalam molekul. Dapat berupa eksitasi elektronik, vibrasi, atau rotasi (Aprianto, 2018).

Prinsip kerja spektrofotometer inframerah adalah fotometri. Sinar dari sumber sinar inframerah merupakan kombinasi dari panjang gelombang yang berbedabeda. Sinar yang melalui interferometer akan difokuskan pada tempat sampel. Sinar yang ditransmisikan oleh sampel difokuskan ke detektor. Perubahan intensitas sinar menghasilkan suatu gelombang interferens. Gelombang ini diubah menjadi sinyal oleh detektor, diperkuat oleh penguat, lalu diubah menjadi sinyal digital. Pada sistem optik FTIR, radiasi laser diinterferensikan dengan radiasi inframerah agar sinyal radiasi inframerah diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik. Teknik pengoperasian FTIR berbeda dengan spektrofotometer inframerah. Pada FTIR digunakan suatu interferometer Michelson sebagai pengganti monokromator yang terletak di depan monokromator. Interferometer ini akan memberikan sinyal ke detektor sesuai dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram (Putrandi, 2017). Prinsip kerja FTIR dapat dilihat pada Gambar 12.

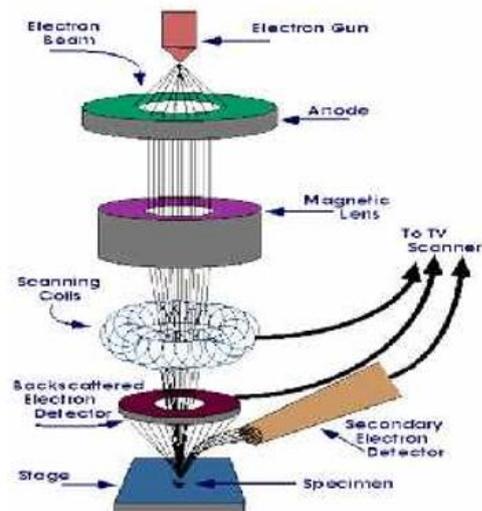


**Gambar 12.** Prinsip kerja FTIR (Aprianto, 2018)

## 2. *Scanning Electron Microscopy (SEM) yang dilengkapi dengan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)*

SEM adalah salah satu alat yang digunakan untuk menganalisis struktur mikro, topografi dan morfologi secara detail dari berbagai material. SEM

memiliki resolusi yang sangat tinggi, dilengkapi dengan sistem pencahayaan dengan menggunakan radiasi elektron yang mempunyai daya pisah dalam ukuran 1-200 Angstrom, sehingga dapat difokuskan dalam bentuk titik yang sangat kecil atau dengan perbesaran 100.000 kali. SEM dilengkapi dengan EDS yang dapat menentukan unsur dan analisis komposisi kimia. Bila suatu berkas elektron ditembakkan atau dikenai pada sampel akan terjadi interaksi berupa elektron yang keluar dari atomnya, maka elektron tersebut mempunyai tingkat energi lebih rendah dari yang lain. Hal ini menyebabkan atom menjadi kurang stabil, sedangkan suatu atom mempunyai kecenderungan ingin menjadi stabil. Oleh karena itu, elektron yang mempunyai tingkat energi yang lebih tinggi akan turun (transisi) ke tingkat yang lebih rendah (Mardina, 2018). Skema dari SEM dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13.** Skema SEM (Mardina, 2018)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jambu biji yang diambil dari daerah Takkalalla Kabupaten Soppeng, baja karbon rendah (ST 37), benang godam, air laut, larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  25 %,  $\text{FeCl}_3$  0,1 %, metanol p.a, akuades dan aseton, kertas amplas grade 400 dan 800, *tissue* roll, kertas saring.

#### **3.2 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah sampel, spatula, pipet tetes, corong *buchner*, pompa vakum, kertas saring *Whatmann* 42, jangka sorong digital, neraca analitik, pipet ukur, *bulb*, benang godam, lidi, *rotary vacuum evaporator*, alat pemotong baja, *blender*, FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) serta peralatan gelas yang mendukung.

#### **3.3 Waktu dan Tempat Penelitian**

Pengambilan sampel dilakukan di daerah Takkalalla Kabupaten Soppeng. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Laboratorium Kimia Organik Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada bulan November 2019 – Maret 2020.

#### **3.4 Prosedur Penelitian**

##### **3.4.1 Preparasi Sampel**

Sampel yang digunakan adalah dua kilogram daun jambu biji (*Psidium Guajava L*), yang selanjutnya dibersihkan dari pengotor, dipotong kecil-kecil dan dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari dan dikeringkan menggunakan oven