

*Skripsi*

**EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN NIPAH (*Nypa fruticans*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

**MARISA ERNI WIDIYANA**

**H311 16 507**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**

**EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN NIPAH (*Nypa fruticans*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*

**Oleh**

**MARISA ERNI WIDIYANA**

**H311 16 507**



**MAKASSAR**

**2020**

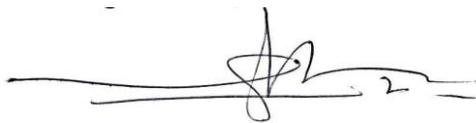
**SKRIPSI**

**EKSTRAKSI SENYAWA TANIN DARI DAUN NIPAH (*Nypa fruticans*)  
DAN APLIKASINYA SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA ST 37**

**Disusun dan diajukan oleh**  
**MARISA ERNI WIDIYANA**  
**H311 16 507**

**Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:**

**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 00**

Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: “Berlapang-  
lapanglah dalam majelis”, maka lapangkanlah niscaya Allah akan  
memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: “Berdirilah  
kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-  
orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu  
pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah maha mengetahui apa yang

kamu kerjakan

(QS. Al-Mujadilah: 11)

*Always believe in yourself. Do this and*

*no matter where you are, you will have*

*nothing to fear*

*(Hayao Miyazaki)*

## 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 “**Ekstraksi Senyawa Tanin Dari Daun Nipah (*Nypa fruticans*) 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 **Supriyadi** dan Ibunda **Dwi Suwarni**, 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 untuk saudaraku tercinta **Yusuf Aviv Ardiansyah** atas segala 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 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 penulis selama proses penelitian mulai dari awal hingga selesai.
4. Sahabat seperjuanganku **Dian Pingki Sapitri, Sri Wulandary** dan **Sri Mustakima** yang selalu mendukung, menemani dalam suka maupun duka, memberi semangat dan kasih sayang kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga saat ini.
5. **Falih Fadli** partner yang selalu ada serta senantiasa mendukung, menemani, membantu dan tidak henti-hentinya memberikan motivasi kepada penulis mulai dari awal hingga tahap ini.
6. Sahabatku **Widi Utami** 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 Awangpone, Kabupaten Bone**, terkhusus **Mariam Umar, Halmia, Dhinda F. Wiludjeng dan Rezki Yulianti Bahtiar**.

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, 15 Juni 2020**

**Penulis**

## ABSTRAK

Ekstrak tanin dari daun nipah dapat digunakan sebagai inhibitor korosi baja dengan menggunakan metode perendaman. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh inhibitor ekstrak daun nipah terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi pada baja ST 37. Media korosif untuk perendaman digunakan air laut dan asam asetat yang telah ditambahkan inhibitor. Inhibitor yang digunakan yaitu inhibitor organik yang diambil dari ekstrak tanin daun nipah. 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 serangan korosi terjadi secara merata di permukaan logam, laju korosi dapat ditentukan dengan metode kehilangan berat. Pengurangan berat baja tanpa inhibitor ekstrak daun nipah jauh lebih besar dibandingkan pada baja yang menggunakan inhibitor ekstrak daun nipah. Besarnya laju korosi dinyatakan sebagai besarnya kehilangan berat benda uji per satuan luas permukaan per satuan waktu perendaman. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi tertinggi diperoleh pada suhu 20 °C selama 2 hari perendaman dalam media air laut dengan efisiensi sebesar 94 % dan laju korosi sebesar 0,6939 mpy sedangkan pada media asam asetat diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 53 % pada suhu 20 °C dengan perendaman 8 hari dan diperoleh laju korosi sebesar 88,5423 mpy.

**Kata Kunci :** Daun Nipah, Tanin, Inhibitor, Laju Korosi

## ***ABSTRACT***

Tannin extract from nipah leaves can be used as a corrosion inhibitor of steel by using the immersion method. This study aims to examine the effect of nipah leaf extract inhibitors on corrosion rate and inhibition efficiency in ST 37 steel. Corrosive media for immersion used seawater and acetic acid which have been added by inhibitors. Inhibitors used are organic inhibitors taken from nipah leaf tannin extract. The immersion process is carried out in intervals of 2 days, 4 days, 6 days and 8 days with an immersion temperature of 20 °C, 30 °C and 40 °C at 7% inhibitor concentration. The test results show that the corrosion attack occurs evenly on the metal surface, the corrosion rate can be determined by the weight loss method. The weight reduction of steel without nipah leaf extract inhibitors is much greater than that of steel using a nipah leaf extract inhibitor. The magnitude of the corrosion rate is expressed as the magnitude of loss weight of the specimen per unit surface area per unit immersion time. The results showed that the highest inhibition efficiency was obtained at 20 °C for 2 days immersion in seawater media with an efficiency of 94% and corrosion rate of 0.6939 mpy while the acetic acid media obtained inhibition efficiency of 53% at 20 °C with immersion 8 days and obtained a corrosion rate of 88.5423 mpy.

Keywords: Nipah Leaves, Tannin, Inhibitors, Corrosion Rate

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	6
1.3.1 Maksud Penelitian .....	6
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Korosi .....	7
2.1.1 Jenis-jenis Korosi .....	8
2.1.2 Laju Korosi .....	11
2.1.3 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Laju Korosi .....	12
2.1.4 Pencegahan Korosi .....	13

2.2 Inhibitor Korosi .....	15
2.3 Daun Nipah sebagai Inhibitor Korosi .....	18
2.3.1 Klasifikasi Tumbuhan Nipah .....	18
2.3.2 Morfologi Tumbuhan Nipah .....	19
2.4 Baja .....	22
2.4.1 Baja ST 37 .....	23
2.5 Instrumental .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	27
3.2 Alat Penelitian.....	27
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
3.4 Prosedur Penelitian .....	27
3.4.1 Preparasi Sampel .....	27
3.4.2 Ekstraksi Daun Nipah .....	28
3.4.3 Preparasi Baja Karbon .....	28
3.4.4 Pengujian Fitokimia Senyawa Tanin dalam Ekstrak Pekat .	28
3.4.5 Pembuatan Media Korosi .....	28
3.4.6 Pembuatan Inhibitor Ekstrak Daun Nipah .....	28
3.4.7 Prosedur Uji Rendam Tanpa Inhibitor .....	29
3.4.8 Prosedur Uji Rendam dengan Inhibitor .....	29
3.4.8.1 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Inhibisi	
Baja ST 37.....	29
3.4.8.2 Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Baja ST 37 .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>

4.1 Preparasi sampel .....	31
4.2 Ekstraksi Tanin dari Sampel Daun Nipah.....	32
4.3 Hasil Uji Senyawa Tanin pada Ekstrak Daun Nipah .....	33
4.4 Hasil Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	35
4.5 Hasil Uji Laju Korosi dan efisiensi Inhibisi dengan Metode Weight Loss .....	37
4.5.1 Data Laju Korosi dan efisiensi dengan Variasi Waktu .....	37
4.5.2 Data Laju Korosi dan efisiensi dengan Variasi Suhu.....	41
4.6 Hasil Analisa Morfologi Permukaan Makro Baja ST 37 .....	44
4.7 Hasil Analisa SEM .....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	32
LAMPIRAN .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Korosi seragam .....	8
2. Korosi celah .....	9
3. Korosi sumuran .....	9
4. Korosi akibat hidrogen .....	10
5. Korosi erosi .....	11
6. Tumbuhan Nipah .....	19
7. Struktur molekul tanin .....	20
8. Pembentukan senyawa kompleks tanin dengan $Fe^{3+}$ .....	21
9. Rancangan mekanisme terjadinya inhibitor korosi .....	22
10. Blok diagram SEM .....	25
11. Serbuk sampel daun nipah .....	31
12. Ekstrak Daun Nipah .....	33
13. Uji fitokimia senyawa tanin .....	33
14. Reaksi pembentukan senyawa kompleks tanin dengan $FeCl_3$ .....	34
15. Spektrum FTIR tanin dan ekstrak daun nipah.....	35
16. Grafik laju korosi dengan variasi waktu .....	38
17. Grafik efisiensi inhibisi dengan variasi waktu .....	40
18. Grafik laju korosi dengan variasi suhu.....	42
19. Grafik efisiensi inhibisi dengan variasi suhu .....	43
20. Foto permukaan baja ST 37 sebelum dilakukan perendaman.....	44
21. Foto makro baja ST 37 tanpa inhibitor dan dengan inhibitor terhadap	

pengaruh waktu .....	45
22. Foto makro baja ST 37 tanpa inhibitor dan dengan inhibitor terhadap pengaruh suhu .....	47
23. Reaksi pembentukan senyawa kompleks tanin dengan ion Fe <sup>3+</sup> .....	48
24. Hasil uji SEM dengan inhibitor pada waktu optimum.....	49
25. Hasil uji SEM tanpa dan dengan inhibitor terhadap pengaruh waktu..	51
26. Hasil uji SEM dengan inhibitor pada suhu optimum .....	52
27. Hasil uji SEM tanpa dan dengan inhibitor terhadap pengaruh suhu....	52
28. Skema Alat Kerja .....	80

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Klasifikasi baja karbon berdasarkan kandungan karbon .....	23
2. Komposisi kimia baja ST 37 .....	23
3. Hasil serapan infra merah tanin dan ekstrak daun nipah.....	36
4. Data laju korosi dan efisiensi inhibisi terhadap pengaruh waktu.....	37
5. Data laju korosi dan efisiensi inhibisi terhadap pengaruh suhu .....	41
6. Hasil uji SEM-EDX mapping dengan penambahan inhibitor pada baja ST 37 .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Diagram Alir .....	61
2. Bagan Kerja.....	62
3. Pembuatan larutan .....	68
4. Perhitungan .....	69
5. Data laju korosi pengaruh waktu .....	80
6. Data laju korosi pengaruh suhu .....	81
7. Skema alat penelitian .....	82

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Arti</b>
CRT	Cathode Ray Tube
EDS	Energy Dispersive Spectroscopy
FTIR	Fourrier Transform Infra-Red
mpy	mils per year
SEM	Scanning Electrone Microscopy
XRD	X-Ray Diffraction

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri begitu cepat dalam era globalisasi saat ini, sehingga kebutuhan logam dengan kualitas yang baik sebagai konstruksi maupun sebagai bahan produksi semakin meningkat meskipun material ini mudah terkorosi di dalam media korosif (Istiqlaliyah dkk., 2016). Baja dengan komposisi karbon rendah atau disebut juga baja karbon rendah merupakan salah satu jenis logam tersebut. Baja karbon (*carbon steel*) merupakan paduan besi, karbon dan unsur bukan besi dengan presentasi maksimum selain besi yaitu 1,70 % karbon, 1,65 % mangan, 0,60 % silikon, dan 0,60 % tembaga (Oentoeng, 2000). Baja ini banyak sekali digunakan dalam bidang industri, kebutuhan rumah tangga, bidang otomotif, konstruksi bangunan, jembatan dan kapal, untuk pembuatan pipa-pipa, rantai, paku, dan lain sebagainya (Deviana & Sakti, 2014). Baja karbon dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu baja karbon rendah, baja karbon medium dan baja karbon tinggi (Maulana, 2017). Baja karbon rendah pemakaiannya untuk konstruksi lebih banyak dibandingkan baja karbon medium dan baja karbon tinggi. Baja karbon rendah umumnya mempunyai kemampuan untuk menahan beban tarik setara dengan baja ST 37 (Ulum, 2018).

Baja ST 37 merupakan material bahan bangunan yang sangat kuat dengan struktur butir yang halus. St adalah singkatan dari *steel* (baja). Baja ST 37 adalah baja yang mempunyai kekuatan tarik antara 37 Kg/mm<sup>2</sup> sampai 45 Kg/mm<sup>2</sup>. Baja ini juga memiliki harga yang lebih murah (Budianto dkk., 2009). Namun, baja karbon rendah ini memiliki kelemahan terhadap ketahanan korosi terutama jika diaplikasikan pada lingkungan yang korosif (Nugroho, 2015).

Korosi sebagai kondisi suatu produk dari proses pembentukan karat pada logam tertentu, dipengaruhi oleh lingkungan yang mengandung gas limbah (sulfur dioksida, sulfat, hidrogen sulfida, klorida), kandungan O<sub>2</sub>, pH larutan, temperatur, kelembaban, kecepatan alir, dan aktifitas mikroba (Asdim, 2007). Bahan-bahan korosif yang dapat menyebabkan korosi terdiri atas asam dan garam, seperti asam klorida (HCl) dan natrium klorida (NaCl) yang digunakan sebagai medium korosif (Sari dkk., 2013). Peristiwa korosi mengakibatkan degradasi atau penurunan mutu material, sehingga logam menjadi material yang kurang bermanfaat (Turnip dkk., 2015). Di Indonesia, kerugian akibat korosi diperkirakan mencapai angka triliun rupiah. Perhitungan ini meliputi biaya pemeliharaan, penggantian material dan keuntungan yang hilang akibat terhentinya proses produksi, biaya administrasi, kerugian fisik serta pengendalian korosi sangat penting dari segi ekonomi dan keamanan. Peristiwa korosi pada logam secara alamiah terjadi dan tidak dapat dicegah. Namun, peristiwa korosi tersebut dapat diperlambat. Beberapa cara untuk menghambat laju korosi yaitu menggunakan baja tahan karat (Budianto dkk., 2009), dengan cara pelapisan permukaan logam agar terpisah dari medium korosif (Bahri, 2007), proteksi katodik (Turnip dkk., 2015), dan pemakaian inhibitor (Sari dkk., 2013; Kayadoe dkk., 2015).

Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Sari dkk., 2013; Ali dkk., 2014). Kinerja inhibitor dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: pH, suhu, dan beberapa faktor yang khas untuk masing-masing inhibitor (Mardhani dan Harmami, 2013). Inhibitor biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, baik secara kontinyu maupun periodik menurut selang waktu tertentu.

Umumnya, inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin, dan senyawa-senyawa amina. Penggunaan inhibitor dengan senyawa kimia tersebut kurang efektif, karena harganya yang relatif mahal, mengandung bahan kimia yang berbahaya, dan tidak ramah lingkungan (Haryono dkk., 2010). Oleh karena itu penggunaan inhibitor yang aman, mudah diperoleh, bersifat *biodegradable*, murah dan ramah lingkungan sangatlah diperlukan.

Penggunaan inhibitor yang aman, murah dan ramah lingkungan dapat diperoleh dari ekstrak bahan alam. Kemampuan ekstrak bahan alam dalam menghambat korosi didasarkan pada kandungan zat kimia yang dimiliki seperti terdapat senyawa flavonoid, tanin, alkaloid dan asam amino. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Kayadoe dan Turalely (2016), salah satu tanaman yang berpotensi sebagai inhibitor organik yaitu daun nipah (*Nypa fruticans*). Luas hutan nipah alami di Indonesia mencapai 4.237.000 ha (Dinas Kehutanan, 2012). Daun nipah memiliki kandungan senyawa fitokimia yaitu tanin, polifenol dan alkaloid. Senyawa ini adalah senyawa yang dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi karena memiliki gugus fungsi yang berikatan dengan logam (Putri dkk., 2013).

Penelitian tentang inhibitor organik dari ekstrak bahan alam telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Kayadoe dan Turalely (2016), melakukan penelitian tentang efisiensi inhibitor korosi dari ekstrak daun nipah pada baja SS-304 dalam larutan  $H_2SO_4$  dengan variasi konsentrasi ekstrak untuk mengetahui pengaruhnya terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi. Metode ekstraksi yang digunakan yaitu metode maserasi. Konsentrasi ekstrak daun nipah yang digunakan yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 g/L. Ekstrak daun nipah menghasilkan efisiensi optimum pada konsentrasi 50

g/L yaitu 77,45 % dengan laju korosi 7,54 mm/tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor.

Temuan lain oleh Turnip dkk. (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh ekstrak buah manggis terhadap efisiensi inhibisi korosi baja ST 37 dalam larutan korosif NaCl 3 %. Metode ekstraksi yang digunakan yaitu metode maserasi. Konsentrasi inhibitor yang digunakan yaitu 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 % direndam dalam larutan korosif selama 10 hari. Hasil yang diperoleh yaitu nilai efisiensi inhibitor yang paling besar terjadi pada konsentrasi 2 % sebesar 26,05 %.

Yetri dkk. (2016), juga melakukan penelitian tentang efisiensi inhibitor ekstrak daun teh (*Camelia sinensis*) terhadap korosi baja ST 37 dalam larutan korosif HCl 3 % dan NaCl 3 %. Metode yang digunakan yaitu metode maserasi. Konsentrasi inhibitor yang digunakan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 % direndam dalam larutan korosif selama 4 hari. Hasil yang diperoleh yaitu nilai efisiensi terbesar terjadi pada konsentrasi 10 % untuk kedua medium korosif yaitu 86,3 % pada HCl dan 92,0 % pada NaCl. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak daun teh sangat efisien untuk mengendalikan laju korosi dalam medium korosif HCl dan NaCl.

Selanjutnya, Rumiyanthi dkk. (2019), melakukan penelitian mengenai skrinning fitokimia ekstrak daun sirsak dan pengaruhnya terhadap laju korosi baja ST 37 dalam larutan korosif NaCl 3 %. Ekstraksi daun sirsak dilakukan dengan metode maserasi. Variasi konsentrasi inhibitor yang digunakan yaitu 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 35 % direndam selama 10 hari. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu skrinning fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak mengandung saponin, triterpenoid, tannin, alkaloid dan flavonoid, sedangkan laju korosi

terendah diperoleh pada konsentrasi 35 % yaitu sebesar  $0,032 \times 10^4$  mm/y. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirsak yang digunakan, maka semakin rendah laju korosinya dan semakin tinggi efisiensi inhibisi korosinya.

Mardiana (2018) , juga melakukan penelitian tentang efektivitas ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) sebagai inhibitor pada baja ST 37 dalam larutan korosif NaCl 3 %. Metode yang digunakan yaitu metode maserasi. Konsentrasi inhibitor yang digunakan sebesar 0 %, 3 %, 5 % dan 7 % direndam selama 4 dan 8 hari. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada konsentrasi 7 % dengan waktu perendaman 8 hari sebesar 70,12 %

Berdasarkan uraian diatas, telah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan ekstrak daun nipah sebagai inhibitor organik yang digunakan pada baja ST 37 yang banyak digunakan dalam bidang industri, kebutuhan rumah tangga, bidang otomotif, konstruksi bangunan, jembatan dan kapal dengan media air laut dan asam asetat dengan interval waktu perendaman 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari dengan suhu perendaman 20, 30 dan 45 °C dengan konsentrasi 7 %. Guna mencegah bahaya yang akan timbul akibat korosi dan mencegah bahaya akibat penggunaan bahan-bahan kimia sebagai aditif anti korosi bersifat racun terhadap manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, bahan alami yang berasal dari tumbuhan diharapkan mampu digunakan sebagai bahan anti korosi yang murah, ramah lingkungan dan tidak beracun.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. bagaimana pengaruh penambahan inhibitor ekstrak daun nipah terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi?

2. bagaimana struktur mikro dan makro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat?
3. bagaimana pengaruh waktu dan suhu terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur makro dan mikro baja ST 37?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi ekstrak daun nipah sebagai inhibitor korosi pada baja St 37 dengan memberikan perlakuan kimia pada daun nipah dengan metode maserasi dan kehilangan berat.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun nipah terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur makro dan mikro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat.
2. mengetahui struktur makro dan mikro baja ST 37 dalam medium air laut dan asam asetat.
3. mengetahui pengaruh waktu dan suhu terhadap laju korosi, efisiensi inhibisi dan struktur makro dan mikro baja ST 37.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada mahasiswa, masyarakat serta instansi-instansi mengenai pemanfaatan ekstrak daun nipah sebagai inhibitor korosi yang alami, murah dan ramah lingkungan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Korosi**

Korosi merupakan suatu gejala degradasi kualitas permukaan suatu material yang prosesnya berjalan lambat. Korosi harus segera ditangani, karena jika tidak akan menimbulkan suatu masalah, seperti mengakibatkan kerugian baik secara ekonomi ataupun keamanan. Permasalahan korosi perlu mendapat perhatian serius, mengingat dua per tiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan curah hujan tinggi dan kandungan senyawa klorida yang tinggi, dimana lingkungan seperti ini dikenal sebagai lingkungan korosif. (Nugroho, 2015). Korosi disebabkan oleh dua faktor penyebab utama yakni faktor yang diakibatkan oleh benda logam itu sendiri dan faktor lingkungan penyebab korosi. Faktor lingkungan ini bisa berupa pencemaran udara, kelembaban, adanya interaksi logam dengan zat yang bersifat korosi dan lain-lainnya (Ramadani & Sakti, 2017). Lingkungan korosif adalah suatu lingkungan dimana terdapat banyak zat korosif yang dapat menyebabkan terjadinya korosi dan kondisi lingkungan fisik (air, tanah, udara) yang terkontaminasi oleh bahan pencemar melebihi batas-batas yang telah ditetapkan. Sumber pencemaran tersebut dapat berasal dari limbah kegiatan manusia dan dapat pula dari kondisi alam (Permadi & Palupi, 2014). Lingkungan yang dimaksud dapat mengakibatkan proses korosi ialah berupa lingkungan atmosfer, gas, tanah, larutan garam, larutan asam, dll. (Pandyo, 2012).

Tiga syarat korosi dapat terjadi yaitu harus ada elektrolit, anoda sebagai tempat terjadinya oksidasi dan katoda sebagai tempat terjadinya reduksi. Korosi terjadi karena terdapat perbedaan potensial listrik diantara dua elektroda sehingga

listrik dapat mengalir di elektrolit diantara dua elektroda tersebut. (Pramana, 2012). Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memperlambat laju korosi antara lain dengan cara pelapisan permukaan logam, proteksi katodik, penambahan zat tertentu yang berfungsi sebagai inhibitor korosi (Ali dkk., 2014). Penggunaan inhibitor korosi merupakan cara yang paling efektif dalam mencegah korosi, karena prosesnya sederhana dan relatif murah (Widyati, 2018). Pradityana dkk. (2007), menyatakan bahwa inhibitor merupakan metode perlindungan yang mampu memberikan perlindungan pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya tinggi.

### 2.1.1 Jenis-jenis Korosi

Menurut Pattireuw dkk., (2013); Sidiq, (2013), tipe dari korosi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

#### 1. Korosi Seragam (*Uniform Corrosion*)

Korosi seragam merupakan korosi dengan serangan merata pada seluruh permukaan logam. Korosi terjadi pada permukaan logam yang terekspos pada lingkungan korosif.



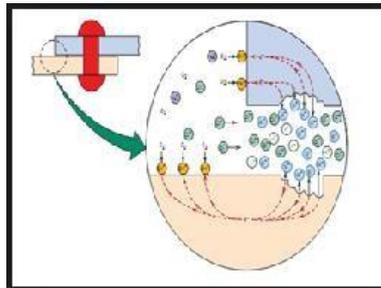
**Gambar 1.** Korosi seragam (Priyotomo, 2008)

#### 2. Korosi Galvanik

Korosi galvanik terjadi jika dua logam yang berbeda tersambung melalui elektrolit sehingga salah satu dari logam tersebut akan terserang korosi sedang lainnya terlindungi dari korosi. Untuk memprediksi logam yang terkorosi pada korosi galvanik dapat dilihat pada deret galvanik

### 3. Korosi Celah

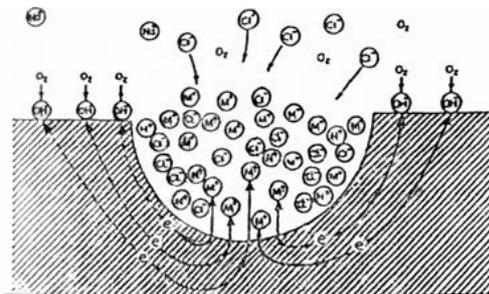
Korosi yang terjadi pada permukaan logam secara lokal. Biasanya terjadi pada logam pasif akibat dari kerusakan lapisan oksida pelindung dari logam. Korosi terjadi akibat adanya konsentrasi senyawa korosif pada bagian permukaan logam. Pada korosi celah, konsentrasi terjadi akibat dari adanya celah yang sangat kecil antara dua permukaan logam (Hakim, 2011).



**Gambar 2.** Korosi celah (Priyotomo, 2008)

### 4. Korosi Sumuran

Korosi sumuran terjadi karena adanya serangan korosi local pada permukaan logam sehingga membentuk cekungan atau lubang pada permukaan logam. Korosi logam pada baja tahan karat terjadi karena rusaknya lapisan pelindung (*passive film*).



**Gambar 3.** Korosi sumuran (Priyotomo, 2008)

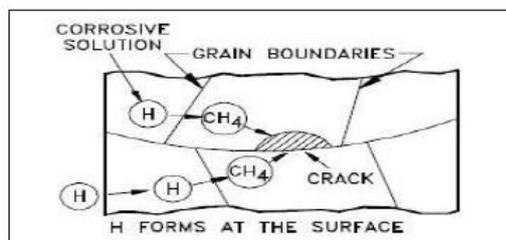
### 5. Retak Pengaruh Lingkungan (*Environmentally Induced Cracking*)

Korosi yang terjadi akibat penggetasan pada logam paduan di lingkungan yang menyebabkan terjadinya korosi seragam. Ada tiga jenis tipe perpatahan pada

kelompok ini, yaitu: *stress corrosion cracking* (SSC), *corrosion fatigue cracking* (CFC) dan *hydrogen-induced cracking* (HIC).

#### 6. Kerusakan Akibat Hidrogen (*Hydrogen Damage*)

Kerusakan ini disebabkan karena terjadinya reaksi antara hidrogen dengan karbida pada baja dan membentuk metana sehingga menyebabkan terjadinya dekarburasi, rongga atau retak pada permukaan logam. Pada logam reaktif seperti titanium, magnesium, zirconium dan vanadium, terbentuknya hidrida menyebabkan terjadinya penggetasan pada logam.



**Gambar 4.** Korosi akibat hidrogen (Priyotomo, 2008)

#### 7. Korosi Batas Butir (*Intergranular Corrosion*)

Korosi yang menyerang pada batas butir akibat adanya segregasi dari unsur pasif seperti krom meninggalkan batas butir sehingga pada batas butir bersifat anodik.

#### 8. Dealloying

*Dealloying* adalah lepasnya unsur-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari logam paduan, sebagai contoh: lepasnya unsur seng atau Zn pada kuningan (Cu-Zn) dan dikenal dengan istilah *dezincification*.

#### 9. Korosi Erosi

Korosi erosi disebabkan oleh kombinasi fluida korosif dan kecepatan aliran 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.



**Gambar 5.** Korosi Erosi (Priyotomo, 2008)

#### 10. Korosi Aliran (*Flow Induced Corrosion*)

Korosi aliran merupakan peningkatan laju korosi yang disebabkan oleh turbulensi fluida dan perpindahan massa akibat dari aliran fluida diatas permukaan logam. Korosi erosi adalah naiknya korosi dikarenakan benturan secara fisik pada permukaan oleh partikel yang terbawa fluida.

##### 2.1.2 Laju Korosi

Laju korosi didefinisikan sebagai banyaknya logam yang dilepas tiap satuan waktu pada permukaan tertentu. Laju korosi umumnya dinyatakan dengan satuan *mils per year* (mpy). Satu mils setara dengan 0,001 inchi (Giri, 2016). Laju korosi pada umumnya dapat diukur dengan menggunakan dua metode yaitu: metode kehilangan berat dan metode elektrokimia. Metode kehilangan berat diukur dengan menghitung kehilangan berat yang terjadi setelah beberapa waktu pencelupan. Metode kehilangan berat dilakukan dengan cara perhitungan selisih antara berat awal dan berat akhir (Pattireuw dkk., 2013). Menurut Asdim (2007), laju reaksi korosi dan efisiensi inhibisi korosi dihitung dengan rumus pada persamaan (1) dan (2):

$$\text{Corrosion Rate} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (1)$$

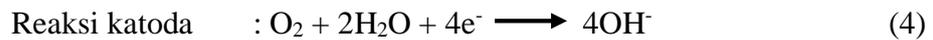
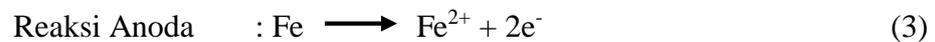
$$EI = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100 \% \quad (2)$$

### 2.1.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Laju Korosi

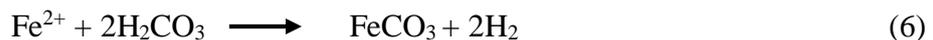
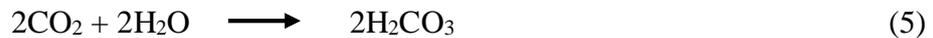
Menurut Sidiq (2013), korosi disebabkan oleh air, tetapi ada beberapa faktor selain air yang mempengaruhi laju korosi, diantaranya yaitu:

#### 1. Faktor Gas Terlarut

- a. Oksigen (O<sub>2</sub>), adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal. Laju korosi pada *mild steel alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Reaksi korosi secara umum pada besi karena adanya kelarutan oksigen adalah sebagai berikut:



- b. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), jika karbondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas, bentuk korosinya berupa pitting yang secara umum reaksinya adalah :



#### 2. Faktor Temperatur

Penambahan temperatur dapat menambah laju korosi walaupun kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperatur. Namun, apabila metal berada pada temperatur yang tidak seragam, maka besar kemungkinan terjadinya korosi.

#### 3. Faktor pH

pH netral adalah 7, sedangkan pH < 7 bersifat asam dan korosif, sedangkan untuk pH > 7 bersifat basa juga korosif. Tetapi untuk besi, laju korosi rendah pada pH antara 7 sampai 13. Laju korosi akan meningkat pada pH < 7 dan pada pH > 13.

#### 4. Faktor Bakteri Pereduksi

Adanya bakteri pereduksi sulfat akan mereduksi ion sulfat menjadi gas  $H_2S$ , yang mana jika gas tersebut kontak dengan besi akan menyebabkan terjadinya korosi.

#### 5. Faktor Padatan Terlarut

- a. Klorida ( $Cl$ ), klorida menyerang lapisan *mild steel* dan lapisan *stainless steel*. Padatan ini menyebabkan terjadinya *pitting*, *crevice corrosion*, dan juga menyebabkan pecahnya *alloys*.
- b. Karbonat ( $CO_3$ ), kalsium karbonat sering digunakan sebagai pengontrol korosi dimana film karbonat diendapkan sebagai lapisan pelindung permukaan metal, tetapi dalam produksi minyak hal ini cenderung menimbulkan masalah *scale*.
- c. Sulfat ( $SO_4$ ), ion sulfat ini biasanya terdapat dalam minyak. Dalam air, ion sulfat juga ditemukan dalam konsentrasi yang cukup tinggi dan bersifat kontaminan, dan oleh bakteri SRB, sulfat diubah menjadi sulfida yang korosif.

#### 2.1.4 Pencegahan Korosi

Menurut Sidiq (2013), pencegahan korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

##### 1. Pengubahan Media

Korosi merupakan interaksi antara logam dengan media sekitarnya, maka pengubahan media sekitarnya akan dapat mengubah laju korosi. Ada tiga situasi yang dapat terjadi yaitu:

- a. Media sekitar / lingkungan berupa gas
- b. Media sekitar berupa larutan dengan ion-ion tertentu
- c. Logam terbenam dalam tanah

## 2. Seleksi Material

Metode umum yang sering digunakan dalam pencegahan korosi yaitu pemilihan logam atau paduan dalam suatu lingkungan korosif tertentu untuk mengurangi resiko terjadinya korosi.

## 3. 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.

## 4. Proteksi Anodik

Adanya arus anodik akan meningkatkan laju ketidaklarutan logam dan menurunkan laju pembentukan hidrogen. Hal ini bisa terjadi untuk logam-logam “*active-passive*” seperti Ni, Fe, Cr, Ti dan paduannya. Jika arus yang lewat logam dikontrol seksama (dengan potensiostat) maka logam akan bersifat pasif dan pembentukan logam-logam tak terlarut akan berkurang.

## 5. Pelapisan

Prinsip umum dari pelapisan yaitu melapisi logam induk dengan suatu bahan atau material pelindung. Jenis-jenis *coating*:

- a. *Metallic coating*
- b. *Paint / Organic coatings*
- c. *Chemical conversion coatings*
- d. *Miscellaneous coatings (enamel, thermoplastics)*

## 6. Inhibitor Korosi

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi dengan penggunaan inhibitor korosi. Inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat

menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Mekanisme penghambatannya terkadang lebih dari satu jenis. Inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak nampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang nampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, dan menghilangkan konstituen yang agresif.

## **2.2 Inhibitor Korosi**

Inhibitor korosi berdasarkan sumbernya dibedakan atas inhibitor organik dan anorganik. Pemilihan suatu inhibitor tidak hanya didasarkan pada kemampuannya dalam menghambat korosi dengan efisiensi yang tinggi, namun aspek tingkat toksisitas terutama bila diaplikasikan dalam industri makanan dan juga masalah pencemaran lingkungan perlu dipertimbangkan. Umumnya, inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus-gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, seperti nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin, dan senyawa-senyawa amina. Penggunaan inhibitor dengan senyawa kimia tersebut kurang efektif, karena harganya yang relatif mahal, mengandung bahan kimia yang berbahaya, dan tidak ramah lingkungan (Haryono dkk., 2010). Pertimbangan terhadap harga yang mahal dan tingkat toksisitas yang tinggi dari bahan kimia sintetik, mendorong dikembangkannya sumber alternatif inhibitor organik yang murah dan ramah lingkungan dari ekstrak bahan alam (Kayadoe, 2015). Salah satu alternatif ekstrak bahan alam khususnya senyawa yang mengandung atom N, O, P,

S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas (Ludiana, 2012). Inhibitor biasanya berasal dari senyawa organik dan anorganik.

Inhibitor organik bekerja dengan membentuk senyawa kompleks yang mengendap (adsorpsi) pada permukaan logam sebagai lapisan pelindung yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat reaksi logam tersebut dengan lingkungannya. Reaksi tersebut dapat berupa reaksi anodik dan katodik ataupun keduanya. Inhibitor organik dapat menetralkan konstituen korosif dan mengabsorpsi konstituen korosif tersebut (Putra, 2011). Baja yang telah diproteksi oleh penambahan inhibitor akan menjadi baja yang lebih tahan terhadap serangan korosi, memperpanjang umur baja, dan mengurangi biaya pemeliharaan baja terhadap korosi (Roberge, 1999). Apabila tidak dilakukan penambahan inhibitor maka baja akan kontak langsung dengan lingkungan korosif sehingga proses oksidasi akan lebih cepat terjadi pada baja.

Pemilihan inhibitor yang tepat akan memberikan tingkat proteksi yang tinggi karena pada dasarnya setiap inhibitor memiliki mekanisme perlindungan yang berbeda. Menurut Roberge (1999), inhibitor memiliki beberapa mekanisme kerja secara umum yaitu:

- a. Meningkatkan atau menurunkan polarisasi anodik atau katodik suatu logam
- b. Menurunkan laju difusi reaktan di permukaan logam
- c. Menurunkan ketahanan listrik di permukaan logam

Menurut Roberge (1999), inhibitor berdasarkan mekanisme kerja dapat dibedakan menjadi 5 jenis yaitu:

#### 1. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik membuat logam menjadi terpolarisasi ke arah anodik sehingga berada pada daerah pasif yang membuat suatu lapisan pasif di permukaan

logam sehingga laju korosi dapat menurun. Terdapat dua tipe inhibitor anodik, yaitu:

- a. *Oxidizing anions*, seperti kromat, nitrat dan nitrit yang dapat membuat lapisan pasif di permukaan baja.
- b. *Non-oxidizing ions*, seperti fosfat, tungsten dan molibdat yang membutuhkan keberadaan oksigen agar dapat membuat lapisan pasif di permukaan baja.

## 2. Inhibitor Katodik

Inhibitor jenis ini bekerja dengan menghambat reaksi katodik suatu logam akibat permukaan suatu persipitat di wilayah katoda yang dapat meningkatkan ukuran penolakan ukuran arus bolak-balik permukaan sekaligus membatasi reaksi reduksi untuk melindungi logam tersebut. Perlindungan terjadi akibat penghambatan reaksi reduksi yang terjadi di katoda sehingga otomatis reaksi di anoda juga berkurang atau terhambat karena reaksi yang terjadi di anoda dan katoda berjalan setimbang dan spontan.

Inhibitor katodik ini terbagi menjadi tiga jenis yaitu:

- a. Racun katoda, jenis yang menghambat reaksi evolusi hidrogen
- b. Persipitat katoda, jenis yang dapat mengendap membentuk oksida sebagai lapisan pelindung pada logam
- c. *Oxygen scavenger*, jenis yang dapat mengikat oksigen terlarut sehingga mencegah reaksi reduksi oksigen pada katoda

## 3. Inhibitor Persipitasi

Inhibitor jenis ini bekerja dengan membentuk persipitat yang relatif porous, tebal dan kurang kuat melekat pada logam. Lapisan ini terbentuk di seluruh permukaan logam yang berperan sebagai lapisan pelindung untuk menghambat reaksi anodik dan katodik logam tersebut secara tidak langsung.

#### 4. Inhibitor Organik

Inhibitor organik, biasanya dirancang sebagai pembentuk lapisan/film, melindungi logam dengan membentuk suatu lapisan/film hidrofobik pada permukaan logam. Keefektifannya bergantung pada susunan kimia, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Pembentukan lapisan/film adalah suatu proses adsorpsi, suhu dan tekanan merupakan faktor yang penting. Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam. Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam.

### 2.3 Daun Nipah Sebagai Inhibitor Korosi

Nipah adalah sejenis palem yang tumbuh di lingkungan hutan mangrove atau daerah pasang surut dekat tepi laut. Di beberapa negara lain, tumbuhan ini dikenal dengan nama *Attap palm* (Singapura), *Nipa palm* (Filipina), atau umumnya disebut *Nypa palm* (Siregar, 2012).

Nama ilmiah tumbuhan ini adalah *Nypa fruticans* dan diketahui sebagai satu-satunya anggota genus nipah yang merupakan satu-satunya jenis palem dari wilayah mangrove. Nipah adalah salah satu anggota famili *Arecaceae* (palem) yang umumnya tumbuh di daerah rawa berair payau atau daerah pasang surut di dekat pantai. Tumbuhan nipah tumbuh di lingkungan hutan bakau. Nipah pada umumnya memiliki keunggulan karena hampir semua bagian tumbuhan dapat dimanfaatkan (Siregar, 2012).

#### 2.3.1 Klasifikasi Tumbuhan Nipah

Klasifikasi tumbuhan nipah menurut Siregar (2012) sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*  
Ordo : *Arecales*  
Famili : *Areaceae*  
Genus : *Nypa*  
Spesies : *Nypa fruticans* Wurm.

### 2.3.2 Morfologi Tumbuhan Nipah



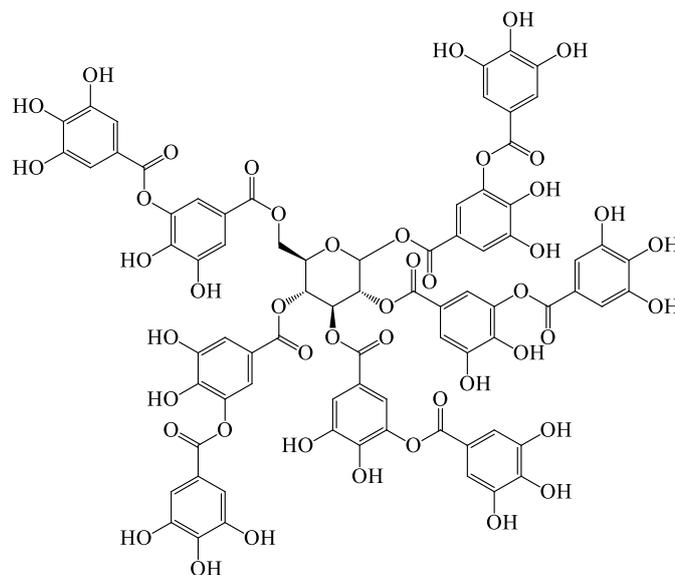
**Gambar 6.** Tumbuhan Nipah (Tata dan Susmianto, 2016)

Tumbuhan nipah memiliki batang yang menjalar di tanah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Hanya daunnya yang muncul di atas tanah, sehingga nipah nampak seolah-olah tak berbatang. Akarnya serabut yang panjangnya bisa mencapai belasan meter. Dari rimpangnya tumbuh daun mejemuk (seperti pada jenis palem lainnya) hingga setinggi 9 meter dengan tangkai daun sekitar 1-1,5 m, daun nipah yang muda berwarna kuning sedangkan yang tua berwarna hijau. Daunnya seperti susunan daun kelapa dengan panjang 1-2 m (Siregar, 2012). Buahnya membulat seperti buah pandan dengan panjang bonggol hingga 45 cm. Tumbuhan ini utamanya tumbuh di daerah equator, melebar dari Sri Lanka ke Asia Tenggara hingga Australia Utara. Luas hutan nipah alami di Indonesia mencapai 4.237.000 ha (Dinas Kehutanan, 2012). Hutan nipah tersebar di pesisir pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua. Nipah telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat diantaranya untuk membuat atap rumah,

berbagai kerajinan, kayu bakar dan sapu lidi, serta beberapa produk misalnya gula nira, tepung dan makanan olahan (Mangrove Information Center, 2009).

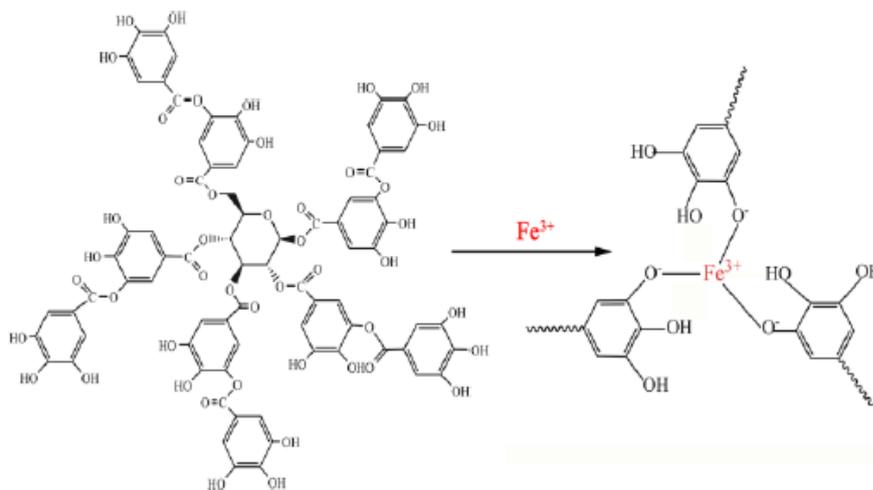
Tumbuhan nipah memiliki kandungan kadar air sebesar 5,64 %, kadar sari larut air sebesar 19,27 %, kadar sari larut etanol sebesar 16,20 %, kadar abu total 6,36 % dan kadar abu tidak larut asam 1,59 %. Daun nipah juga memiliki kandungan kimia seperti alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, tanin dan steroid (Nurani, 2015). Senyawa organik yang terdapat pada ekstrak bahan alam inilah yang mampu mengurangi laju korosi logam. Salah satunya adalah tanin, senyawa tanin dapat menghambat reaksi korosi pada baja dalam larutan asam dan garam (Asdim, 2007).

Tanin merupakan senyawa organik yang tidak beracun, ramah lingkungan, larut dalam air dan tergolong polifenol dengan rumus molekul  $C_{76}H_{52}O_{46}$  banyak ditemukan di alam dengan struktur seperti pada Gambar 7. Tanin terdapat dalam daun, buah, kulit dan kayu tanaman. Aplikasi tanin di industri di antaranya pada pembuatan tinta, antioksidan, aditif makanan, obat-obatan dan inhibitor korosi (Nnaji, 2013).



**Gambar 7.** Struktur molekul tanin (Ahmad, 2014)

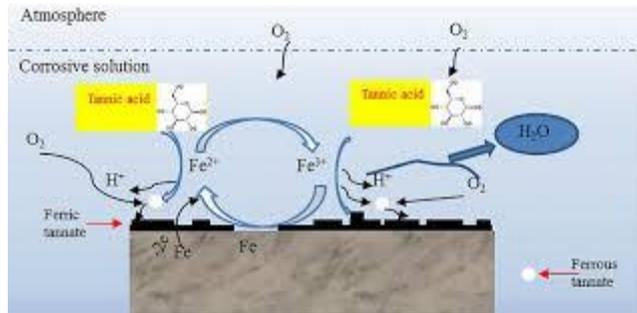
Tanin mengandung gugus OH<sup>-</sup> dalam posisi orto pada cincin aromatik, sehingga tanin mampu membentuk khelat dengan besi dan kation logam lainnya seperti terdapat pada Gambar 8. Tanat besi dapat dibentuk dengan baik karena tanin terhidrolisa. Ketika ion Fe<sup>3+</sup> bereaksi dengan OH<sup>-</sup> di posisi orto akan terbentuk larutan kompleks tanat besi berwarna biru-hitam. Tanat akan melekat pada permukaan besi yang akan menghalangi terjadinya proses korosi lebih lanjut (Peres, 2012). Hal ini didukung oleh fakta bahwa semakin banyak tanin yang teradsorpsi, semakin besar daya inhibisinya, sehingga laju korosi semakin berkurang (Lestari dkk., 2018).



**Gambar 8.** Pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe<sup>3+</sup> (Xu dkk., 2019)

Mekanisme inhibisi korosi oleh senyawa kompleks Fe-tanat dapat terlihat pada Gambar 9. Asam tanat dapat mempercepat proses korosi dengan menurunkan pH dan membentuk kompleks dengan besi yang menempel di permukaan. Pada proses pelarutan besi karbon anodik, terjadi oksidasi dari Fe menjadi Fe<sup>2+</sup>. Kemudian, oksidasi Fe<sup>2+</sup> menjadi ion Fe<sup>3+</sup> oleh oksigen. Fe<sup>3+</sup> direduksi menjadi ion Fe<sup>2+</sup> melalui kontak dengan logam besi di pori-pori sehingga muncul perubahan warna (Rochmat dkk., 2016). Asam tanat bekerja pada ion besi yang tersedia dalam

tiga cara. Pertama, tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion  $\text{Fe}^{2+}$  menjadi ferro-tanat, yang mudah teroksidasi menjadi ferri tanat jika ada kehadiran oksigen. Kedua, tanin dapat bereaksi langsung dengan ion  $\text{Fe}^{3+}$  membentuk ferri tanat. Ketiga, karena kemampuan sifat reduksi dari tanin,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dapat direduksi menjadi ion-ion  $\text{Fe}^{2+}$  (Xu dkk., 2019).



**Gambar 9.** Rancangan mekanisme terjadinya inhibitor korosi (Rochmat dkk., 2016)

## 2.4 Baja

Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur utama besi (Fe) dan karbon (C), serta unsur-unsur lain, seperti: Mn, Si, Ni, Cr, V dan lain sebagainya yang tersusun dalam presentase yang sangat kecil. Sifat kekerasannya relatif rendah, lunak dan keuletannya tinggi. Baja karbon rendah biasanya digunakan dalam bentuk plat, profil, sekrup dan baut (Iqbal, 2008).

Penggunaan baja karbon rendah sangat banyak digunakan meskipun terbatas pada konstruksi yang tidak membutuhkan tegangan tarik dan kekerasan relatif tinggi, hal tersebut dikarenakan harganya relatif murah dan mudah pembentukannya. Untuk memperluas penggunaan baja karbon rendah, diperlukan peningkatan sifat mekaniknya terutama dari segi kekuatan (tegangan tarik dan kekerasan ) tetapi harganya masih relatif murah dibandingkan dengan jenis baja karbon lainnya (Wardoyo, 2005).

**Tabel 1.** Klasifikasi baja karbon berdasarkan kandungan karbon

Jenis baja karbon	Presentase unsur karbon ( % C)
Baja karbon rendah	$\leq 0,25 \%$
Baja karbon medium	$0,25 \% \div 0,55 \%$
Baja karbon tinggi	$\geq 0,55 \%$

Baja karbon rendah adalah salah satu jenis baja karbon dengan presentase unsur karbonnya di bawah 0,25%, untuk lebih jelas ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan unsur pembentuk lainnya seperti Mn tidak lebih dari 0,8%, Si tidak lebih dari 0,5%, demikian pula unsur Cu tidak lebih dari 0,6% (Wardoyo, 2005).

#### 2.4.1 Baja ST 37

Unsur-unsur yang terkandung dalam baja akan mempengaruhi sifat-sifat mekanis dan fisis dari baja yang bersangkutan. Jenis-jenis baja umumnya ditentukan berdasarkan kandungan unsur karbon yang terkandung dalam material baja tersebut. Tabel 2. menunjukkan data komposisi kimia unsur-unsur yang ada dalam material spesimen baja St 37. Berdasarkan kandungan karbon dalam material dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan tergolong *low carbon steel* dengan kadar karbon 0,12 %. Berikut tabel di bawah ini kandungan unsur kimia baja ST37 dalam material (Saputra dkk., 2014).

**Tabel 2.** Komposisi kimia Baja ST 37

Komposisi Kimia (%)							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Al	Fe
0,12	0,04	0,05	0,50	0,10	0,10	0,02	Sisa

Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon oleh karena itu baja karbon di kelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja dengan kadar karbon

kurang dari 0,3% disebut baja karbon rendah, baja dengan kadar karbon 0,3%-0,6% disebut dengan baja karbon sedang dan baja dengan kadar karbon 0,6%-1,5% disebut dengan baja karbon tinggi (Saputra dkk., 2014).

Baja ST 37 merupakan logam yang luas penggunaannya di bidang industri. Sifat ringan, tahan korosi dan penghantar panas yang baik menyebabkan baja ST 37 dipilih menjadi salah satu material untuk membuat sebuah komponen mesin seperti velg dan piston, konstruksi bangunan jembatan, pembuatan baut dan untuk bahan pembuatan pipa (Junaidi, 2018).

## **2.5 Instrumental**

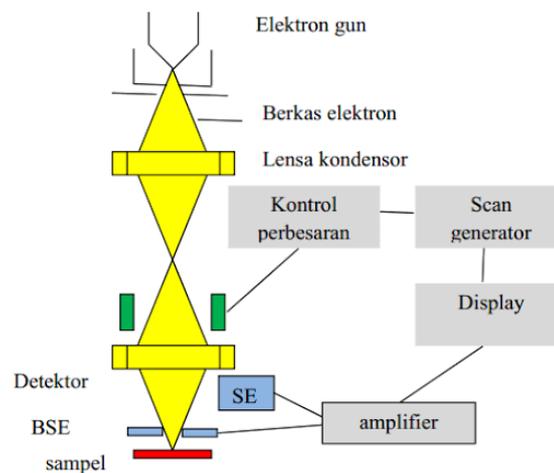
Karakterisasi plat baja ST 37 dapat dilakukan dengan menggunakan alat instrumental yang umum digunakan, yaitu *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) sebagai berikut:

- a. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yang dilengkapi dengan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS)

SEM adalah sebuah mikroskop elektron yang di desain untuk melihat permukaan dari objek solid secara langsung, yang memiliki perbesaran 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm (Lubis, 2015). SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran  $< \sim 10 \text{ nm}$  pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar (Anggraeni, 2008).

SEM digunakan pada sampel yang tebal dan memungkinkan untuk analisis permukaan. Pancaran berkas yang jatuh pada sampel akan dipantulkan dan

didifraksikan. Adanya elektron yang terdifraksi dapat diamati dalam bentuk pola-pola difraksi. Pola-pola difraksi yang tampak sangat bergantung pada bentuk dan ukuran sel satuan dari sampel. SEM juga dapat digunakan untuk menyimpulkan data-data kristalografi, sehingga hal ini dapat dikembangkan untuk menentukan elemen atau senyawa (Giri, 2016).



**Gambar 10.** Blok diagram SEM (Sujatno dkk., 2015)

Prinsip kerja SEM dapat dilihat pada Gambar 11. Dua sinar elektron digunakan secara simultan. Satu strike spesimen digunakan untuk menguji dan strike yang lain adalah CRT (*Cathode Ray Tube*) memberi tampilan yang dapat dilihat oleh operator. Akibat tumbukan pada spesimen dihasilkan satu jenis elektron dan emisi foton. Sinyal yang terpilih dikoleksi, dideteksi dan dikuatkan untuk memodulasi tingkat keterangan dari sinar elektron yang kedua, maka sejumlah besar sinar akan menghasilkan bintik gelap. SEM menggunakan prinsip *scanning*, maksudnya berkas elektron diarahkan dari titik ke titik pada objek. Gerakan berkas elektron dari satu titik ke titik yang lain pada suatu daerah objek menyerupai gerakan membaca. Gerakan membaca ini disebut dengan *scanning* (Mardina, 2018).

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dilengkapi dengan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) yang dapat menentukan unsur dan analisis komposisi kimia. Bila suatu berkas elektron yang ditembakkan atau dikenai pada sampel akan terjadi interaksi berupa elektron yang keluar dari atomnya, maka elektron tersebut mempunyai tingkat energi yang 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).

Kelebihan energi yang dilepas pada waktu transisi dalam bentuk sinar-X. Suatu atom memiliki beda tingkat energi tertentu, sehingga sinar-X yang dihasilkan oleh suatu atom tersebut juga mempunyai energi tertentu dan ini disebut sinar-X karakteristik. Energi pancaran elektron dalam bentuk sinar-X akan dideteksi dan dihitung oleh EDS dan akan dihasilkan keluaran berupa grafik puncak-puncak tertentu yang mewakili unsur yang terkandung. EDS juga memiliki kemampuan untuk melakukan elemental masing-masing elemen di permukaan bahan. EDS juga dapat digunakan untuk menganalisis secara kuantitas dari persentase masing-masing elemen (Giri, 2016).

*Scanning Electron Microscope* atau mikroskop elektron ini memfokuskan sinar elektron (*electron beam*) di permukaan objek dan mengambil gambar dengan mendeteksi electron yang muncul pada permukaan objek. Perbedaan tipe yang berbeda dari *Scanning Electron Microscope* memungkinkan penggunaan yang berbeda-beda antara lain untuk studi morfologi, analisis komposisi dengan kecepatan tinggi, kekasaran permukaan, porositas, distribusi ukuran partikel, homogenitas material atau untuk studi lingkungan tentang masalah sensitifitas material (Afriani, 2015).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain daun nipah, baja St 37, air laut, larutan CH<sub>3</sub>COOH 25 %, metanol p.a, akuades, aseton, kertas amplas grade 400 dan 800, *tissue roll*, FeCl<sub>3</sub> 0,1 %.

#### **3.2 Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan terdiri dari wadah sampel, spatula, pipet tetes, corong *buchner*, pompa vakum, aluminium foil, jangka sorong digital, benang godam, lidi, neraca analitik, *rotary vacuum evaporator*, kertas saring *Whatmann 42*, *blender*, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) dan peralatan gelas yang mendukung.

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

Pengambilan sampel dilakukan di tepi sungai Tallo Kota Makassar. 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 daun nipah (*Nypa fruticans*) dari tepi sungai Tallo, yang selanjutnya dicuci dan dipotong kecil-kecil. Sampel dijemur dibawah sinar matahari selama 12 jam dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40 °C Sampel yang telah kering, dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan blender dan diayak menggunakan pengayak 80 mesh.

### **3.4.2 Ekstraksi Daun Nipah**

Serbuk daun Nipah (*Nypa fruticans*) ditimbang sebanyak 200 g dan diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan methanol p.a selama 24 jam. Ekstrak tersebut disaring dengan corong *Buchner* dan kertas saring *Whatmann* No 42. Filtrat dari penyaringan ini dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu rendah 40-50 °C maka akan diperoleh ekstrak pekat daun nipah.

### **3.4.3 Preparasi Baja Karbon**

Baja ST 37 dipotong dengan ukuran (15)x(15)x(3) mm<sup>3</sup>, selanjutnya dibersihkan dan diampas menggunakan kertas ampas grade 400 dan 800. Plat baja yang sudah halus permukaannya dibilas menggunakan akuades dan dicelupkan ke dalam aseton kemudian dikeringkan pada suhu ruang. Setelah dikeringkan, plat baja diukur kembali diameter dan panjangnya menggunakan jangka sorong digital.

### **3.4.4 Pengujian Fitokimia Senyawa Tanin dalam Ekstrak Pekat**

Ekstrak sebanyak 0,5 g dididihkan dengan 10 mL akuades dalam tabung reaksi, kemudian disaring. FeCl<sub>3</sub> 0,1 % ditambahkan setetes ke dalam tabung reaksi dan apabila warna hijau kecokelatan atau warna biru kehitaman berarti ekstrak tersebut mengandung tanin.

### **3.4.5 Pembuatan Media Korosi CH<sub>3</sub>COOH 25 %**

CH<sub>3</sub>COOH 98 % sebanyak 25 mL dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen.

### **3.4.6 Pembuatan Inhibitor Ekstrak Daun Nipah 7 %**

Ekstrak daun nipah sebanyak 1,75 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan epoxy sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen.

### **3.4.7 Prosedur Uji Rendam Tanpa Inhibitor**

Plat baja ST 37 ditimbang dan diikat menggunakan benang godam yang terkait pada lidi. Selanjutnya, air laut sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Kemudian, baja dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air laut dan digantung hingga kedalaman setengah dari volume air laut lalu diamkan baja terendam selama 2, 4, 6, 8 hari. Baja yang telah mengalami korosi dicuci menggunakan akuades, dikeringkan, lalu ditimbang. Massa baja yang hilang (*weight loss*) dan efisiensi inhibisi dari inhibitor dihitung dan dikarakterisasi menggunakan SEM-EDS pada waktu optimum. Prosedur perendaman tanpa inhibitor diulangi dengan mengganti larutan air laut menjadi larutan CH<sub>3</sub>COOH 25 % dan mengganti variasi waktu menjadi variasi suhu 20, 30 dan 40 °C.

### **3.4.8 Uji Rendam dengan Inhibitor Ekstrak Daun Nipah**

#### **3.4.8.1 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Inhibisi Baja ST 37**

Plat baja ST 37 ditimbang dan diikat menggunakan benang godam yang terkait pada lidi. Selanjutnya, baja dimasukkan hingga kedalaman setengah dari volume campuran 100 mL air laut dan ekstrak daun nipah dengan konsentrasi 7 %. Kemudian baja yang terendam diamkan selama 2, 4, 6, 8 hari. Selanjutnya baja yang telah terkorosi dicuci menggunakan akuades dan dikeringkan, lalu ditimbang. Massa baja yang hilang (*weight loss*) dan efisiensi inhibisi dari inhibitor dihitung dan dikarakterisasi menggunakan SEM-EDS pada waktu optimum. Prosedur perendaman tanpa inhibitor diulangi dengan mengganti larutan air laut menjadi larutan CH<sub>3</sub>COOH 25 %.

#### **3.4.8.2 Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Baja ST 37**

Plat baja ST 37 ditimbang dan diikat menggunakan benang godam yang terkait pada lidi. Selanjutnya, baja dimasukkan hingga kedalaman setengah dari volume campuran 100 mL air laut dan ekstrak daun nipah dengan konsentrasi 7 %. Kemudian baja terendam diamkan selama 6 hari pada suhu 20, 30 dan 40 °C. Selanjutnya baja yang telah terkorosi dicuci menggunakan akuades dan dikeringkan, lalu ditimbang. Massa baja yang hilang (*weight loss*) dan efisiensi inhibisi dari inhibitor dihitung dan dikarakterisasi menggunakan SEM-EDS pada suhu optimum. Prosedur perendaman tanpa inhibitor diulangi dengan mengganti larutan air laut menjadi larutan CH<sub>3</sub>COOH 25 %