

**EFEKTIVITAS EKSTRAK METANOL DAUN NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)  
SEBAGAI INHIBITOR ALAMI TERHADAP KOROSI PADA BAJA ST 37 DALAM MEDIA  
KOROSIF HCl**

**I. D. A. B. Dwiyanti, P. Suarya\* dan I W. Suirta**

*Program Stud Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,  
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran-Bali, Indonesia*

*\*Email: putusuarya@unud.ac.id*

---

**ABSTRAK**

Korosi merupakan salah satu masalah lingkungan yang sering ditemukan dan juga menjadi pusat perhatian masyarakat khususnya di bidang industri besi dan baja. Untuk melindungi baja dari serangan korosi, maka perlu adanya perlindungan dari inhibitor. Inhibitor korosi adalah bahan kimia yang ditambahkan ke dalam lingkungan korosif untuk mengurangi laju korosi. Sebagian besar inhibitor yang digunakan dalam aplikasi industri adalah inhibitor anorganik. Namun inhibitor ini memiliki dampak buruk bagi ekologis dan kesehatan. Oleh karena itu diperlukan inhibitor ramah lingkungan yang berasal dari bahan alam. Dalam penelitian ini digunakan inhibitor organik yaitu daun nangka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak metanol daun nangka dalam menghambat laju korosi pada baja ST 37. Metode yang digunakan dalam menentukan laju korosi adalah metode kehilangan berat. Media uji korosi yaitu larutan HCl 1 M dengan variasi konsentrasi ekstrak daun nangka 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8, 1% dan variasi suhu 30, 40, 50, 60°C. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun nangka positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, steroid, triterpenoid. Analisis FTIR menunjukkan ekstrak daun nangka memiliki gugus fungsi O-H, C=O, C=C aromatik, C-H aromatik serta mengandung senyawa alifatik golongan alkana yaitu C-H dan -CH<sub>3</sub>. Efisiensi inhibisi tertinggi yaitu 93,79% pada konsentrasi ekstrak daun nangka 1% dengan laju korosi baja 0,5682 ± 0,0067 mmpy. Sedangkan suhu optimal diperoleh pada suhu 30°C dengan efisiensi inhibisi tertinggi yaitu 91,63% dan laju korosi baja 0,7374 ± 0,0049 mmpy.

**Kata Kunci:** baja ST 37, inhibitor, daun nangka, metode kehilangan berat

**ABSTRACT**

Corrosion is one of the environmental problems often found and also the center of public attention, especially in the iron and steel industries. To prevent the steel from corrosion, it is necessary to have protection from inhibitors. Corrosion inhibitors are chemicals added to a corrosive environment to reduce the rate of corrosion. Most of the inhibitors used in industrial applications are inorganic inhibitors, but these inhibitors have negative impacts on ecology and health. Therefore, we need environmentally friendly inhibitors derived from natural materials. In this study, organic inhibitors were used, namely jackfruit leaves. This study aimed to determine the effectiveness of methanol extract from jackfruit leaf in inhibiting the corrosion rate of ST 37 steel. The method used to determine the corrosion rate was the weight loss method. The corrosion test medium was 1 M HCl solution with various concentrations of jackfruit leaf extract of 0.2; 0.4; 0.6; 0.8: 1.0 %, and the temperature variations of 30, 40, 50, and 60 °C. The results of the phytochemical test showed that jackfruit leaf extract positively contained alkaloids, flavonoids, phenolics, steroids, and triterpenoids. FTIR analysis showed that jackfruit leaf extract has the functional groups O-H, C=O, C=C aromatic, and C-H aromatic and contains aliphatic compounds of the alkane group, namely C-H and -CH<sub>3</sub>. The highest inhibition efficiency was 93.79% at a jackfruit leaf extract concentration of 1% with a steel corrosion rate of 0.5682 ± 0.0067 mmpy. Meanwhile, the optimum temperature obtained was at 30 °C with the highest inhibition efficiency of 91.63% and the highest corrosion rate steel of 0.7374 ± 0.0049 mmpy.

**Keywords:** inhibitor, jackfruit leaf, ST 37 steel, weight loss method.

**PENDAHULUAN**

Industri besi dan baja sangat berpengaruh dalam suatu proses pembangunan global, karena baja memiliki ketahanan dan kekuatan

yang unggul dibandingkan dengan material lainnya. Sebagai sebuah negara kepulauan terdapat banyak infrastruktur berbahan dasar baja yang terletak di wilayah berbatasan langsung dengan perairan seperti jembatan,

dermaga dan bangunan lainnya. Namun kegagalan baja sering berdampak buruk, apabila secara tidak langsung baja tersebut mengalami kontak dengan lingkungan yang berair, terutama pada larutan yang bersifat asam dan lingkungan yang memiliki kadar garam yang tinggi, hal ini dapat berpotensi terjadinya korosi (Sari *et al.*, 2013).

Korosi merupakan salah satu masalah lingkungan yang sering ditemukan dan juga menjadi pusat perhatian masyarakat khususnya di bidang industri besi dan baja. Dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan material yang disebabkan oleh korosi sangat berpengaruh pada segi ekonomi maupun lingkungan. Salah satu metode penghambat proses terjadinya korosi yaitu dengan menggunakan inhibitor korosi, dimana inhibitor korosi terdiri dari inhibitor anorganik dan inhibitor organik (Simanjuntak, 2020).

Inhibitor anorganik memiliki kandungan senyawa seperti fosfat, kromat, silikat, molibdat dan arsenat. Kerugian yang dimiliki dari inhibitor anorganik yaitu adanya dampak ekologis dan kesehatan, hal ini mengakibatkan pengaplikasian inhibitor anorganik terbatas. Sebagai pilihan guna untuk menurunkan laju korosi logam, pemanfaatan inhibitor organik dapat menjadi salah satu solusi atas kekurangan inhibitor anorganik karena lebih berdampak positif bagi lingkungan dan juga kehidupan makhluk hidup (Kumar *et al.*, 2019).

Inhibitor organik adalah jenis inhibitor yang aman karena memiliki sifat yang *biodegradable*, ramah lingkungan serta dapat menggunakan bahan dasar yang terdapat di alam. Ekstrak bahan alam umumnya mengandung senyawa organik seperti polifenol, alkaloid, flavonoid, karbohidrat, asam amino, protein dan senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas pada sistem rantai aromatiknya yang dapat berikatan dengan muatan positif pada logam sehingga terjadi proses adsorpsi antara permukaan logam dengan senyawa inhibitor (Rachmawati, 2017 ; Akrom *et al.*, 2022).

Adapun beberapa penelitian inhibitor korosi dari bahan alam seperti yang telah dilakukan oleh Sunarti (2020) tentang kemampuan ekstrak biji kelor sebagai inhibitor korosi besi dalam larutan HCl dengan variasi konsentrasi dan variasi suhu, berdasarkan hasil penelitian tersebut ekstrak daun kelor diperoleh nilai efisiensi inhibisi tertinggi yaitu 93,74%

dengan laju korosi 0,4342 mm/y pada konsentrasi 4 % dan data efisiensi inhibisi tertinggi yaitu 89,74 dengan laju korosi 0,3986 mm/y pada suhu 35 °C. Penelitian yang sama juga dilakukan Kayadoe *et.al.* (2015) mengenai ekstrak daun pandan sebagai inhibitor korosi baja SS-304 dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa ekstrak daun pandan diperoleh efisiensi tertinggi yaitu 89,06% pada konsentrasi 0,8 % dengan laju korosi sebesar 5,15 mm/tahun dan diperoleh data efisiensi inhibisi tertinggi yaitu 89,06 % dengan laju korosi 5,37 mm/tahun pada suhu 27 °C.

Hasil dari kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak inhibitor yang ditambahkan ke dalam lingkungan korosif maka semakin rendah laju korosi yang ditimbulkan. Disamping itu peningkatan suhu menurunkan daya inhibisi serta meningkatkan laju korosi walaupun dengan penambahan inhibitor (Sunarti, 2020).

Anggraini *et al.*, (2020) meneliti pengaruh konsentrasi ekstrak daun siamih (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai penghambat korosi ramah lingkungan untuk baja ST 37 dalam larutan asam klorida 1 N pada suhu 30, 40, 50, dan 60 °C. Hasil penelitian menyatakan bahwa laju korosi menurun dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun siamih. Konsentrasi optimal ekstrak daun siamih yaitu 8 g/L, dengan efisiensi inhibisi pada variasi suhu 30 °C yaitu 85,33 %. Menurut Anggraini *et al.*, (2020), ekstrak daun siamih positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, dan triterpenoid.

Selain daun siamih, daun nangka juga mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, steroid, dan triterpenoid (Harahap, 2021 ; Kusumawati, 2017). Menurut Novita (2017) ekstrak daun nangka juga dapat menghambat korosi baja lunak, senyawa fenolik yang terkandung pada ekstrak daun nangka dan daun siamih berperan dalam menghambat proses korosi. Senyawa fenolik akan membentuk ion kompleks dengan besi dan kompleks yang terbentuk melekat pada permukaan besi dan akan melindungi dari proses korosi (Perron, 2009 ; Pramudita *et. al.*, 2020).

Berdasarkan latar belakang di atas penggunaan ekstrak daun nangka sebagai inhibitor korosi pada baja ST 37 belum dilakukan, oleh karena itu dalam penelitian ini

dipelajari mengenai pengaruh konsentrasi ekstrak daun nangka dan suhu awal proses korosi terhadap laju korosi baja ST 37 dalam media HCl 1 M dengan metode kehilangan berat.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan – bahan yang digunakan penelitian ini yaitu daun nangka tua yang diperoleh dari Desa Kusamba, Kec. Dawan, Kab. Klungkung, Provinsi Bali, baja ST 37, akuades, HCl 37 %, metanol, kertas saring, FeCl<sub>3</sub> 1 %, pereaksi Mayer, pereaksi Wagner, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, serbuk Mg, kloroform, aluminium foil, benang nilon berwarna putih, dan stik kayu.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *rotary vacuum evaporator*, *hot plate*, FTIR, neraca analitik digital, oven, spatula, batang pengaduk, labu ukur, thermometer, gerindra, bor listrik, peralatan gelas, pipet filler, kertas amplas besi, gunting, botol kaca, botol semprot, jerigen, toples kaca ukuran 2000 mL.

### Cara Kerja

#### Pembuatan ekstrak daun nangka

Daun nangka dicuci, kemudian daun nangka dipotong kecil – kecil lalu dikeringkan pada suhu ruang selama 2 minggu. Selanjutnya dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Sampel daun nangka yang sudah halus ditimbang sebanyak 400 g, kemudian dimaserasi dengan ± 3000 mL metanol selama 3 hari dengan menutup wadah kaca menggunakan aluminium foil.

Selama proses maserasi sampel diaduk selama 1 x 24 jam, selanjutnya ekstrak daun nangka disaring untuk memperoleh filtratnya, kemudian filtrat dievaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 45 °C selama 1,5 jam untuk memisahkan pelarut dengan zat yang terekstrak agar dapat diperoleh ekstrak pekat dari daun nangka. Hasil evaporasi ekstrak daun nangka disimpan ke dalam botol kaca berwarna coklat untuk analisis selanjutnya.

#### Preparasi sampel baja

Sampel baja ST 37 dipotong dengan ukuran 3,0 x 4,0 x 0,1 cm menggunakan gerindra dan dilubangi menggunakan bor listrik.

Selanjutnya permukaan dari potongan baja tersebut dicuci dengan akuades dan metanol kemudian dihaluskan dengan menggunakan amplas besi untuk menghilangkan debu atau kotoran yang menempel pada spesimen baja, selanjutnya sampel baja dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C, kemudian dilakukan penimbangan sampel baja menggunakan neraca analitik hingga berat konstan untuk menghasilkan berat awal baja.

#### Identifikasi senyawa pada daun nangka secara fitokimia

Dalam uji fitokimia ini 2 mL ekstrak daun nangka pekat dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan kloroform dan air dengan perbandingan 1:1, masing – masing sebanyak 5 mL lalu dikocok dan dibiarkan sampai terbentuk dua lapisan yaitu kloroform – air. Pada lapisan kloroform di bagian bawah digunakan untuk pengujian senyawa triterpenoid dan steroid sedangkan lapisan air bagian atas digunakan untuk uji senyawa fenolik dan flavonoid.

#### Uji senyawa alkaloid

Pada pemeriksaan alkaloid sampel daun nangka diambil sebanyak 2 ml dan ditambahkan ke dalam dua tabung reaksi, selanjutnya ditambahkan 3 tetes asam klorida. Untuk tabung 1 ditambahkan 3 - 5 tetes pereaksi Mayer, reaksi positif menunjukkan terbentuknya endapan berwarna putih atau larutan keruh. Kemudian untuk tabung 2 ditambahkan 3 - 5 tetes pereaksi wagner, reaksi positif menunjukkan terbentuknya endapan coklat.

#### Uji senyawa flavonoid

Sebanyak 1 mL lapisan air ekstrak daun nangka dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan beberapa tetes HCl pekat dan serbuk magnesium (Mg). Reaksi positif menunjukkan terjadi perubahan warna merah.

#### Uji senyawa saponin

Sebanyak 1 mL lapisan air ekstrak daun nangka dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan air panas, lalu didinginkan dan dikocok selama 1 menit. Kemudian ditambahkan 1 tetes HCl, selanjutnya sampel didiamkan selama 5 menit, reaksi positif saponin apabila terbentuk busa yang stabil.

### Uji senyawa fenolik

Sebanyak 1 mL lapisan air ekstrak daun nangka dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 2 - 3 tetes FeCl<sub>3</sub> 1 %. Reaksi positif fenolik akan menunjukkan warna ungu atau hitam kehijauan.

### Uji senyawa triterpenoid dan steroid

Sebanyak 2 mL sampel ekstrak daun nangka dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 3 tetes HCl pekat dan ditambahkan kembali 1 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Diamati perubahan warna yang timbul, jika berwarna merah atau ungu memberi indikasi triterpenoid sedangkan berwarna hijau memberi indikasi adanya steroid.

### Pembuatan media korosif asam klorida (HCl 1 M)

Larutan media korosif HCl 1 M (v/v) dibuat dengan cara menambahkan aquades sebanyak 250 mL ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian ditambahkan sebanyak 83 mL HCl 37 % dan ditambahkan kembali aquades sampai tanda batas kemudian dihomogenkan., Selanjutnya disimpan dalam botol kaca

### Pembuatan larutan media korosif dengan penambahan ekstrak daun nangka

Untuk membuat larutan inhibitor ekstrak daun nangka 2 % (b/v), dimana sebanyak 2 g ekstrak daun nangka pekat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda batas, dari 2 % larutan ekstrak daun nangka tersebut dipipet sebanyak 5, 10, 15, 20 dan 25 mL dimasukkan kedalam gelas kimia kemudian ditambahkan dengan 50 mL HCl 1 M, sehingga didapatkan variasi konsentrasi larutan ekstrak daun nangka dalam media korosif yaitu 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 dan 1 %.

### Pengukuran laju korosi dengan metode kehilangan berat

Sampel baja ST 37 yang sudah dipreparasi diikat dengan benang nilon berwarna putih, selanjutnya benang diikatkan pada stik kayu. Sampel baja ST 37 yang sudah diikat dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL yang berisi 50 mL larutan media korosif HCl 1 M dan zat inhibitor ekstrak daun nangka dari berbagai variasi konsentrasi. Sebagai pembanding sampel baja juga dimasukkan ke dalam gelas kimia dengan penambahan media korosif HCl tanpa adanya inhibitor. Sampel

baja pada media tanpa dan dengan penambahan inhibitor direndam selama 72 jam. Selanjutnya sampel diangkat, lalu dibilas dengan aquades dan dikeringkan dalam oven, kemudian sampel baja ST 37 ditimbang sebagai hasil dari berat akhir.

### Pengukuran laju korosi berdasarkan pengaruh variasi suhu awal

Konsentrasi dengan efisiensi inhibisi tertinggi dari ekstrak daun nangka digunakan untuk uji laju korosi dengan variasi suhu 30, 40, 50, dan 60 °C dengan merendam sampel baja ke dalam gelas kimia yang sudah berisi 50 mL larutan media korosif HCl 1 M dengan penambahan zat inhibitor ekstrak daun nangka dan sampel baja tanpa penambahan zat inhibitor. Sampel kemudian diletakkan di atas *hot plate* dan diukur suhu awal sampel dengan menggunakan termometer. Selanjutnya baja di dalam campuran didiamkan dalam suhu ruang selama 72 jam, lalu baja dibersihkan dengan menggunakan aquades dan dikeringkan, selanjutnya sampel baja ST 37 ditimbang untuk hasil berat akhir.

### Penentuan gugus fungsi dengan FTIR

Untuk mengetahui terbentuknya gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam ekstrak daun nangka dilakukan dengan analisis FTIR. Baja direndam ke dalam media korosif HCl 1 M dengan penambahan konsentrasi dengan efisiensi tertinggi dari ekstrak daun nangka yang direndam selama 72 jam, kemudian baja dikeringkan dan diambil lapisan yang menempel pada permukaan baja dengan cara digerus lapisan tersebut. Selanjutnya dilakukan pengukuran FTIR pada hasil lapisan baja dan juga ekstrak daun nangka.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Nangka

Dalam penelitian ini menggunakan sampel daun nangka tua sebagai inhibitor alami untuk mengurangi terjadinya korosi pada baja ST 37 dengan beberapa kandungan senyawa aktif yang berperan di dalamnya. Pada hasil percobaan terlebih dahulu dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang terdapat dalam daun nangka dimana uji ini akan menghasilkan

perubahan warna, busa dan endapan yang ditimbulkan dengan beberapa pereaksi.

Berdasarkan hasil identifikasi uji fitokimia diketahui bahwa ekstrak metanol daun nangka positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, triterpenoid dan steroid. Hasil uji fitokimia ekstrak daun nangka yang di peroleh dari penelitian ini sesuai dengan

penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Utari (2020) dan Harahap (2021) yang menyatakan bahwa bahwa daun nangka tua positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, triterpenoid, dan steroid. Hasil uji fitokimia pada daun nangka disajikan dalam bentuk Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Nangka

No	Golongan senyawa	Pereaksi	Perubahan	Hasil
1	Alkaloid	Mayer	Terbentuk endapan putih	+
		Wagner	Terbentuk endapan coklat	+
2	Flavonoid	HCl + Mg	Menghasilkan perubahan warna merah-orange	+
3	Saponin	H <sub>2</sub> O panas + dikocok	Terbentuk busa yang tidak stabil berwarna putih	-
4	Fenolik	FeCl 1%	Menghasilkan perubahan warna hijau kehitaman	+
5	Triterpenoid	HCl + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Terbentuk perubahan warna merah kecoklatan	+
6	Steroid	HCl + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat	Menghasilkan perubahan warna menjadi hijau	+

Keterangan:

+ : positif (terdapat pada sampel)

- : negatif (tidak terdapat dalam sampel)

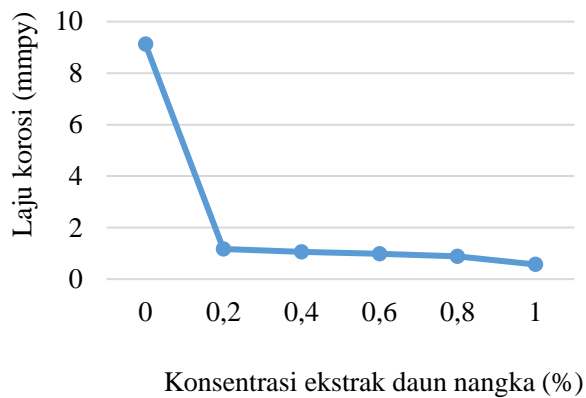
### Laju korosi dan Efisiensi Inhibisi pada Baja ST 37 Dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Nangka

Untuk hasil penelitian yang dilakukan dengan metode kehilangan berat (*weight loss*) yang akan menunjukkan penurunan laju korosi dari logam baja terhadap peningkatan komposisi ekstrak daun nangka dengan variasi

konsentrasi (v/v) sebesar 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 dan 1 % dan tanpa ekstrak daun nangka dengan konsentrasi 0 % yang telah dicampurkan kedalam larutan HCl 1 M dengan waktu perendaman selama 72 jam. Tabel 2 berikut merupakan hasil dari pengujian laju korosi.

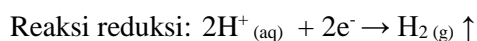
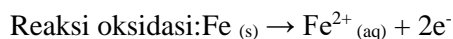
**Tabel 2.** Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi Baja ST 37 dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Metanol Daun Nangka

Variasi konsentrasi (%)	Kehilangan massa (g)	Laju korosi (mmpy)	Efisiensi inhibisi (%)
0,0	1,3829±0,0018	9,1207 ± 0,0177	-
0,2	0,1913±0,0047	1,1755 ± 0,0122	87,11±0,1266
0,4	0,1714±0,0021	1,0549 ± 0,0050	88,45±0,6658
0,6	0,1614±0,0013	0,9828 ± 0,0142	89,29±0,1588
0,8	0,1449±0,0034	0,8790 ± 0,0069	90,39±0,8185
1,0	0,0290±0,0030	0,5682 ± 0,0067	93,79±0,2517

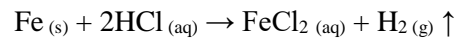


**Gambar 1.** Grafik Laju Korosi Baja ST 37 pada Variasi Konsentrasi Ekstrak Metanol Daun Nangka

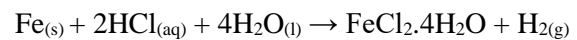
Menurut Bukhori, (2020) proses terjadinya korosi, ketika unsur Fe dalam baja mengalami oksidasi sehingga melepaskan 2 elektron untuk menjadi ion  $Fe^{2+}$  dan uap HCl terurai menjadi ion  $H^+$  dan  $Cl^-$  dimana ion  $H^+$  akan menerima elektron yang dilepaskan oleh unsur Fe sehingga menjadi gas hidrogen ( $H_2$ ).



Reaksi ionisasi:  $2HCl_{(aq)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)}$   
Sementara ion  $Fe^{2+}$  dan  $HCl^-$  akan berikatan menjadi produk korosi besi (II) klorida (Sunarti, 2020).

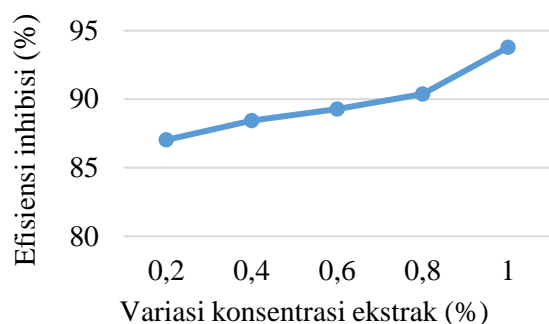


Pada penelitian yang dilakukan, HCl dilarutkan terlebih dahulu dalam air. Senyawa  $H_2O$  akan mempengaruhi reaksi antara  $Fe^{2+}$  dan HCl, sehingga reaksi kimia antara ketiganya dapat dilihat pada Persamaan Bukhori berikut, (2020):



Secara umum inhibitor ekstrak daun nangka berpengaruh terhadap laju korosi baja ST 37 jika dibandingkan dengan tanpa penambahan inhibitor dimana semakin banyak konsentrasi inhibitor yang diberikan maka laju korosi baja akan semakin menurun (Bukhori, 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai laju korosi yang tinggi pada sampel baja 0 % (tanpa inhibitor) dengan laju korosi sebesar 9,1207 mmpy, untuk sampel baja lainnya dengan penambahan inhibitor ekstrak daun nangka pada konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 % memiliki laju korosi yang semakin menurun yaitu 1,1755 ; 1,0549 ; 0,9828 ; 0,8790 ; 0,5682 mmpy dan laju korosi terkecil yang dihasilkan dari variasi konsentrasi yaitu 1 % dengan penambahan volume inhibitor sebanyak 25 mL yang memiliki laju korosi dengan 0,5682 mmpy.



**Gambar 2.** Grafik Efisiensi Inhibisi terhadap Konsentrasi Ekstrak Daun Nangka

Tabel 2 menunjukkan nilai efisiensi terendah terdapat pada ekstrak daun nangka dengan konsentrasi 0,2 % yaitu 87,03 %, sedangkan efisiensi tertinggi berada pada konsentrasi 1 % yaitu 93,79 % yang berarti bahwa pemakaian baja ST 37 akan menjadi lebih baik jika menggunakan inhibitor ekstrak daun nangka 1 % dibandingkan dengan tanpa inhibitor. Menurut Putri (2021) menurunnya laju korosi dan meningkatnya efisiensi inhibisi dapat disebabkan karena pergerakan elektron yang terdapat di permukaan baja semakin sedikit yang teroksidasi ke dalam media HCl. Penambahan ekstrak inhibitor dapat menutupi permukaan baja sehingga laju korosi dapat dikendalikan, dibuktikan dengan hasil penelitian permukaan baja ST 37 yang belum di rendam ke dalam media larutan korosif HCl, di mana permukaan baja tersebut terlihat bersih

dan tidak berlubang sedangkan pada saat direndam dengan media korosif HCl tanpa adanya inhibitor selama 72 jam terlihat bahwa permukaan baja mengalami korosi dengan terbentuknya warna coklat berupa karat pada seluruh permukaan baja akibat terjadinya reaksi  $H^+$  dan  $Cl^-$ .

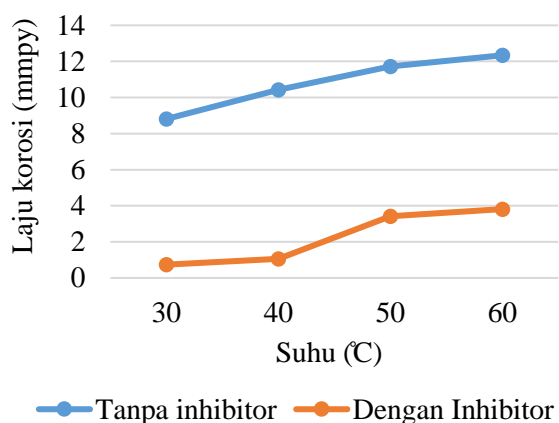
### Laju korosi dan Efisiensi Inhibisi pada Baja ST 37 Dengan Variasi Suhu Awal

Pada Tabel 3 terlihat bahwa selain pengaruh penambahan konsentrasi inhibitor juga terlihat pengaruh suhu, yang berdampak terhadap laju korosi baja, dimana semakin tinggi suhu maka laju korosi juga akan semakin besar (Sunarti, 2020 ; Anggraini *et al.*, 2020).

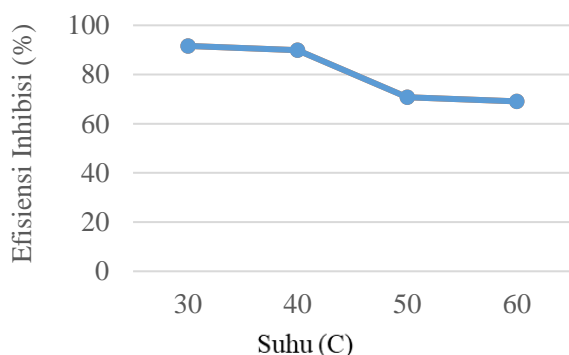
Permukaan sampel baja yang direndam dalam campuran larutan HCl dengan 1 % ekstrak daun nangka pada pengukuran suhu awal 30, 40, 50, dan 60°C mengalami kehilangan massa yang lebih banyak dibandingkan dengan variasi konsentrasi yang direndam dalam suhu ruang. Gambar 3 terlihat bahwa laju korosi tanpa inhibitor lebih tinggi dibandingkan dengan adanya inhibitor, menunjukkan peranan senyawa – senyawa dalam ekstrak daun nangka berfungsi untuk menghambat laju korosi pada semua variasi suhu yang digunakan, namun proses peningkatan laju korosi baik tanpa dan dengan adanya inhibitor meningkat seiring dengan naiknya suhu (Sunarti, 2020).

**Tabel 3.** Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi Baja ST 37 dengan Variasi Suhu

Konsentrasi inhibitor (%)	Variasi suhu (°C)	Kehilangan massa (g)	Laju korosi (mmpy)	Efisiensi inhibisi (%)
0	30	1,4138±0,0039	8,8134±0,0089	-
	40	1,6588±0,0011	10,4341±0,0105	-
	50	1,8513±0,0058	11,7178±0,0076	-
	60	1,9539±0,0132	12,3403±0,0043	-
1	30	0,1238±0,0024	0,7374±0,0049	91,63±0,0568
	40	0,1712±0,0019	1,0598±0,0113	89,84±0,1159
	50	0,526±0,0143	3,4280±0,0161	70,74±0,1222
	60	0,6198±0,0243	3,8151±0,0105	69,08±0,0874



**Gambar 3.** Grafik Laju Korosi Baja ST 37 Terhadap Variasi Suhu



**Gambar 4.** Grafik Efisiensi Inhibisi dengan Variasi Suhu

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 menunjukkan secara keseluruhan peranan inhibitor dari ekstrak daun nangka dalam menghambat proses korosi baja dalam media asam, namun seiring dengan peningkatan suhu, efisiensi inhibisi semakin menurun dan pengaruh laju korosi terhadap suhu semakin meningkat pada penambahan inhibitor maupun tanpa inhibitor. Penurunan efisiensi inhibisi menyebabkan fungsi dari inhibitor daun nangka dalam menghambat laju korosi pada suhu tinggi relatif berkurang. Peningkatan laju korosi juga disebabkan oleh melemahnya interaksi dari senyawa – senyawa metabolit sekunder ekstrak daun nangka pada permukaan baja dan adanya kompetisi difusi molekul terhadap inhibitor

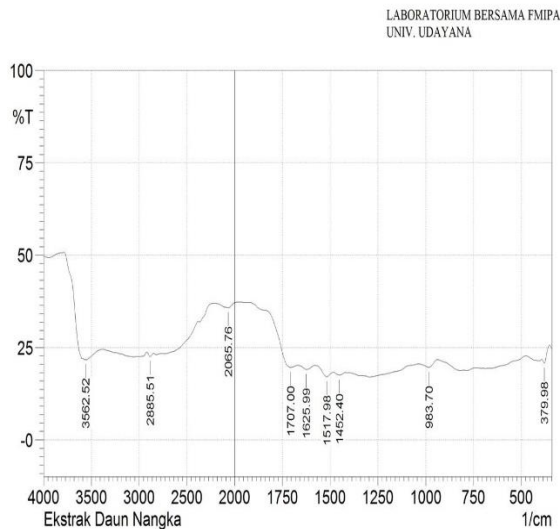
pada permukaan logam. Besarnya molekul yang terdapat dalam ekstrak daun nangka mengakibatkan difusinya lambat dan permukaan logam pada suhu tinggi akan lebih cepat diserang oleh zat korosif dan menimbulkan proses pengkaratan yang lebih cepat, dengan demikian suhu optimal efisiensi inhibisi 91,63 % pada suhu 30 °C (Zakaria et al., 2016).

#### Analisa FTIR dari Lapisan Korosi Baja ST 37 Dalam HCl 1 M dengan Penambahan Ekstrak Daun Nangka 1 %.

Hasil analisa FTIR dapat dilihat pada Gambar 5, di mana ada beberapa gugus fungsi yang terkandung dalam ekstrak daun nangka. Pada bilangan gelombang 3562,52 cm<sup>-1</sup> adanya pita lebar dan kuat yang merupakan gugus (O-H) bilangan gelombang 2885,51 cm<sup>-1</sup> bentuk pita yang tajam adanya regangan dari senyawa alifatik golongan alkana (C-H), pada bilangan gelombang 1707,07 cm<sup>-1</sup> diperkirakan adanya gugus karbonil (C=O) dengan pita tajam, bergeser pada bilangan gelombang 1625,99 cm<sup>-1</sup> kemungkinan terdapatnya gugus regangan (C=C), bilangan gelombang 1517,98 cm<sup>-1</sup> diperkirakan adanya gugus (C=C) aromatik dengan bentuk pita tajam, bilangan gelombang 1452,40 cm<sup>-1</sup> kemungkinan terdapatnya senyawa alifatik golongan alkana yaitu (-CH<sub>3</sub>) dengan bentuk pita sedang dan pada bilangan gelombang 983,70 cm<sup>-1</sup> kemungkinan terdapatnya gugus (C-H) aromatik (Silverstain, 1996).

Penelitian sebelumnya mengenai analisis FTIR daun nangka yang telah dilakukan oleh Nofita (2017) menyatakan bahwa spektrum terlihat bahwa ekstrak daun nangka memiliki beberapa gugus fungsi yang aktif menghambat laju korosi. Pada angka gelombang 3534,24 cm<sup>-1</sup> terdapat puncak (O-H melebar), gugus C-H (alifatik) terlihat pada angka gelombang 2924,44 cm<sup>-1</sup> serta pada angka gelombang 1720,05 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), sedangkan gugus (C=C aromatik) terlihat pada angka gelombang 1516,02 cm<sup>-1</sup> dan gugus (C-H aromatik) terbaca pada angka gelombang 882,30 cm<sup>-1</sup>.



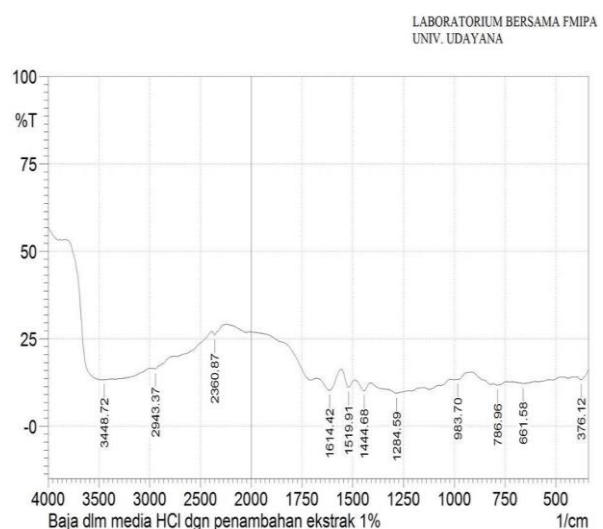


**Gambar 5.** Spektra FTIR Ekstrak Daun Nangka

Beberapa gugus fungsi yang terbaca di spektra FTIR pada Gambar 5 hasilnya tidak jauh berbeda dengan Gambar 6. Terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang 3448,72 cm<sup>-1</sup>. Kemudian pada bilangan gelombang 2943,37 cm<sup>-1</sup> gelombang terdapat senyawa alifatik golongan alkana yaitu (C-H), terdapat Gugus (C=C) aromatik pada bilangan gelombang 1614,42 dan 1519,91 cm<sup>-1</sup>, bilangan gelombang 1284,59 cm<sup>-1</sup> diperkirakan adanya gugus (C-O) alkohol, pada bilangan gelombang 983,70 cm<sup>-1</sup> diperkirakan adanya gugus (C-H) aromatik. Selanjutnya bergeser pada bilangan gelombang 786,58 cm<sup>-1</sup> diperkirakan adanya gugus (C-Cl) (Silverstain, 1996).

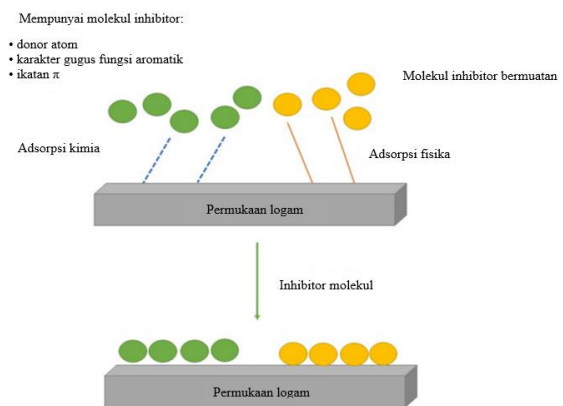
Sebagai hasil perbandingan adapun penelitian yang dilakukan oleh Alaneme, *et al.*, (2016) mengenai penghambatan korosi dan mekanisme kulit biji *hunteria umbellata* pada baja ringan yang direndam dalam larutan asam, menyatakan bahwa analisis FTIR untuk ekstrak kulit biji *hunteria umbellata* pada lapisan korosi baja setelah perendaman dengan HCl yang mengandung ekstrak memiliki gugus O-H bergeser ke angka gelombang 3429 cm<sup>-1</sup>, regangan gugus C-H pada bilangan gelombang 2925 cm<sup>-1</sup> dan 2377,14 cm<sup>-1</sup>, bilangan gelombang 1638,08 cm<sup>-1</sup> merupakan gugus C=C, gugus C-H metil pada bilangan gelombang 1461,39 sedangkan regangan gugus C-O pada bilangan gelombang 1102,33.

Dapat dilihat pada Gambar 6 yaitu lapisan korosi baja ST 37 dalam HCl 1 M dan Gambar 7 yang merupakan ilustrasi mekanisme interaksi senyawa inhibitor terhadap permukaan



**Gambar 6.** Spektra FTIR dari Lapisan Korosi Baja yang Direndam dalam Media HCl 1 M dengan Penambaha Ekstrak Daun Nangka 1 %.

baja yang dapat melalui reaksi kimiawi dan reaksi fisika untuk membentuk senyawa kompleks antara inhibitor dengan permukaan logam (Akrom, 2022).



**Gambar 7.** Mekanisme Penghambat Korosi Secara Kimia dan Fisika

Ketika ion Fe<sup>2+</sup> terdifusi ke dalam larutan elektrolit, maka inhibitor yang mengandung atom oksigen akan mendonorkan sepasang elektron pada permukaan logam. Senyawa kompleks inilah yang akan melekat pada permukaan baja yang akan menghalangi terjadinya proses korosi lebih lanjut karena senyawa kompleks tersebut akan terserap pada permukaan baja dan melindungi permukaan baja (Ali *et al.*, 2014 ; Akrom *et al.*, 2022).

### Uji BNT (LSD) dengan SPSS

Data yang sudah diperoleh selanjutnya dianalisa secara statistik menggunakan SPSS,

terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai salah satu syarat uji ANOVA.

Uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk*. Hasil uji normalitas laju korosi baja ST 37 didapatkan nilai signifikansi dari kelompok variasi konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 dan 1 % secara berurutan sebesar 0,932 ; 0,380 ; 0,912 ; 0,108 ; 0,471 sedangkan nilai signifikansi dari kelompok variasi suhu 30 ; 40 ; 50 dan 60 °C tanpa inhibitor secara berurutan yaitu 0,685 ; 0,868 ; 0,665 ; 0,089 dan untuk variasi suhu dengan inhibitor ekstrak daun nangka 1 % yaitu 0,414 ; 0,110 ; 0,639 ; 0,393. Dari hasil uji normalitas diketahui bahwa data berdistribusi normal karena memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ) disemua kelompok laju korosi variasi konsentrasi ekstrak daun nangka dan variasi suhu (Nuryandi *et al.* 2017).

Selanjutnya dilakukan uji homogenitas data menggunakan *Levene test*, berdasarkan hasil uji seluruh kelompok variasi konsentrasi ekstrak daun nangka laju korosi baja ST 37 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,120 dan hasil uji homogenitas pada variasi suhu tanpa inhibitor ekstrak daun nangka terhadap laju korosi baja ST 37 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,658 sedangkan uji homogenitas variasi suhu dengan adanya inhibitor ekstrak daun nangka 1 % diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,287. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak dan variasi suhu homogen, dengan demikian uji homogenitas terpenuhi.

Uji *one way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan *mean* yang signifikan antara kelima kelompok jika dibandingkan terhadap kelompok kontrol yaitu laju korosi tanpa inhibitor serta dibandingkan dengan antar kelompok perlakuan yaitu dengan menggunakan variasi konsentrasi ekstrak daun nangka yang memperoleh signifikan nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan laju korosi baja ST 37 pada kelompok tanpa inhibitor dan kelompok diberi inhibitor ekstrak daun nangka dengan variasi konsentrasi 0 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 % dan untuk masing-masing kelompok kontrol variasi suhu tanpa inhibitor dibandingkan terhadap kelompok variasi suhu dengan penambahan

inhibitor ekstrak daun nangka 1 % juga terdapat perbedaan laju korosi (Darmayanti, 2021).

Uji *Post-Hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan *mean* yang signifikan dari masing-masing kelompok variasi konsentrasi ekstrak daun nangka dalam mengurangi laju korosi, diperoleh nilai *mean difference* antara kelompok control tanpa inhibitor dengan kelompok variasi konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1 % secara berturut-turut yaitu 7,9451333 ; 8,0657000 ; 8,1379000 ; 8,2416667 ; 8,5525000. Kemudian untuk konsentrasi 1 % berbeda nyata terhadap kelompok tanpa inhibitor -8,5525000 dengan variasi konsentrasi 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 yaitu -0,6182667 ; -0,4868000 ; -0,3108333, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan *mean* antara keenam kelompok secara signifikan (Susilawati, 2015).

Dari hasil uji *LSD* laju korosi dari variasi suhu 30, 40, 50, dan 60 °C dengan dan tanpa adanya inhibitor ekstrak daun nangka memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju korosi baja ST 37. Nilai *mean* yang dibandingkan antara kelompok variasi suhu 30 °C dengan kelompok 40, 50, dan 60 °C dengan penambahan inhibitor ekstrak daun nangka 1 % yaitu -0,3223667 ; -2,6906000 ; -3,0777000 dan untuk suhu 60 °C dibandingkan dengan variasi suhu 30, 40, 50 °C dengan penambahan inhibitor ekstrak daun nangka 1 % yaitu 3,0777000 ; 2,7553333 ; 0,3871000, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan *mean* antara keenam kelompok secara signifikan (Susilawati, 2015).

## SIMPULAN

Hasil uji fitokimia ekstrak daun nangka positif mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, fenolik, triterpenoid dan steroid sedangkan hasil analisis FTIR ekstrak daun nangka mengandung gugus fungsi O-H, C=O, C=C aromatik, C-H aromatik, serta mengandung senyawa alifatik golongan alkana yaitu C-H dan -CH<sub>3</sub>. Efisiensi inhibisi dan laju korosi pada variasi konsentrasi ekstrak daun nangka 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 % diperoleh pada konsentrasi optimal 0,8 % yaitu 0,5682 mmpy, sedangkan untuk data variasi suhu 30, 40, 50, dan 60 °C dengan konsentrasi ekstrak daun nangka 1 % diperoleh suhu optimal pada 30 °C dengan laju korosi sebesar 91,63 mmpy. Ekstrak metanol daun nangka efektif untuk menurunkan laju korosi dari

9,1207±0,0057 mmpy menjadi 0,5682 ± 0,0067 mmpy dengan efisiensi inhibisi 93,79 % pada penambahan konsentrasi 1 % dan mampu memperlambat proses laju korosi baja pada variasi suhu 30, 40, 50, dan 60 °C.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F., Saputri, D., Nugroho, F. R. 2014. Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*, Linn) Sebagai Inhibitor Terhadap Laju Korosi Baja SS 304 Dalam Larutan Garam dan Asam. *Jurnal Teknik Kimia* 1 (20): 28-37
- Alaneme, K. K., Olusegun, J. S., Adelowo, T. O. 2016. Corrosion Inhibition and Adsorption Mechanism Studies of *Hunteria Umbellata* Seed Husk Extracts on Mild Steel Immersed in Acidic Solutions. *Alexandria Engineering Journal*. 5(5): 673-681
- Anggraini, L., Emriadi, Alif, A. 2020. The Extract of Siamih (*Ageratum conyzoides* L) Leaf as a Eco-Friendly Corrosion Inhibitor for the Mild Steel St.37 in HCl Solution. *International Journal Research an Review*. 7(7): 440-488
- Akrom, M. 2022. Investigation Of Natural Extracts As Green Corrosion Inhibitors In Steel Using Density Functional Theory. *J. Evironmental Science and Engineering Conference*. 10(1): 89-101
- Baliga, M.S., Shivashankara, A.R., Haniadka, R., Dsouza, J., Bhat, H.P. 2011. Phytochemistry, Nutritional and Pharmacological Properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (Jackfruit): A review. *Food Reseacr International Journal*. 44: 1800-1811
- Bukhori, S. M., Ranto, Widiastuti, I. 2020. The Effect of Inhibitor Level of Rambutan Rind Extract and HCl Solvent Concentration on The Corrosion Rate of ST 37 Steel. *Journal of Mechanical Engineering and Vocational Education*. 3(2): 67-70
- Darmayanti, E., Erstyawati, D. A. 2021. Efektivitas Ekstrak Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Inhibitor Laju Korosi Kawat Stainless Steel Peranti Ortodonti Lepas. *E-Prodenta Journal of Densitstry*. 5(1): 393-402
- Harapap, A. U., Warly L., Hermon, Suyitman, Evitayani. 2021. Uji Kandungan Fitokimia Dari Daun Nangka (*Artocarpus heteropyllus*) dan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Sebagai Pakan Tambahan Bagi Ternak Kambing. *Jurnal Pastura*. 10(2): 1-4
- Kayadoe, V., Fadli, M., Hasim, R., Tomosoa, M. 2015. Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus amaryllifous Roxb*) Sebagai Inhibitor Korosi Baja SS-304 Dalam Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Jurnal Molekul*. 10(2):88-96
- Kusumawati, E., Apriliana, A., Yulia, R. 2017. Kemampuan Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(7): 327-332
- Nofita, R. H. 2017. Inhibisi Korosi Baja Lunak Dengan Ekstrak Daun Nangka (*Artocarpus heterophylla* Lamk.) Dalam Larutan Asam. *Tesis*. Universitas Andalas. Padang.
- Nuryandi, Astuti, D. T., Utami, S. E., Budiantara, M. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta
- Pramudita, M., Sukirno, Nasikin, M. 2020. The Effect Immersion Time on The Ability of Taninnis to Inhibit The Corrosion Rate of Mild Steel in 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Solution. *World Chemical Engineering Journal*. 2(1): 35-38
- Putri, K. D., Akbar, A. 2021. Potensi Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi dalam Media Asam Klorida pada Baja ST 37. *Journal of Research on Chemistry and Engineering*. 2(2): 48-53
- Silverstein, M. R. Webster, F. 1996. *Spectrometric Identification of Organic Compounnds 9<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons, Inc. New york
- Sari, D. M., Handani, S., Yetri, Y. 2013. Pengendalian Laju Korosi Baja ST-37 Dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*camellia sinensis*). *Jurnal Fisika Unand*. 2(3): 204-211
- Susilawati, M., Nilakusmawati, E. P. D., 2015. *Perancangan Percobaan*. Jurusan Matematika Fakultas MIPA. Universitas Udayana
- Simanjuntak, A. R., Antara, N. G., Budiarsa I. N, Priyotomo G., Nikitasari A., Sundjono. 2020. Inhibitor Alami Ekstrak Buah Naga Pada Material Baja Api 5I Setelah Perlakuan Panas. *Jurnal Ilmiah*

Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) sebagai Inhibitor Alami terhadap Korosi pada Baja St 37 dalam Media Korosif HCl  
(I. D. A. B. Dwiyanti, P. Suarya dan I. W. Suirta)

- Teknik Desain Mekanika*. 9(4): 1116-1124
- Sunarti, Kayadoe, V., Rahawarin, D.P. 2020. Kemampuan Ekstrak Biji Kelor Sebagai Inhibitor Korosi Besi Dalam Larutan HCl. *Molucca Journal of Chemistry Education*. 10(2): 72-80
- Utari, A., Warly, L. 2021. Tannin Contents of Jackfruit Leaves (*Artocarpus heterophyllus*) Extract and Moringa Leaves (*Moringa oleifera*) Extract as Functional Additive Feed in Ruminan. *International Conference on Sustainable Agriculture and Biosystem*. IOP Publishing. ISSN: 17551307. E-ISSN: 17551315.
- Zakaria. K., Negm, A. N., Badr, A. E. 2016. Electrochemical and Quantum Chemical Studies on Carbon Steel Corrosion Protection in 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Using New Eco-Friendly Schiff Base Metal Complexes. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 6(1): 1-11