

# Inhibitor Alami Ekstrak Kulit Buah Naga Pada Material Baja Api 5l Setelah Perlakuan Panas

Andreas Ronaldo Simanjuntak<sup>1)\*</sup>, I Nyoman Gde Antara<sup>1)</sup>, I Nyoman Budiarsa<sup>1)</sup>,  
Gadang Priyotomo<sup>1)</sup>, Ahmad Royani<sup>1)</sup>, Arini Nikitasari<sup>1)</sup>, Sundjono<sup>1)</sup>

1) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

2) Research Center for Metallurgy and Materials-Indonesian Institute of Sciences,  
Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan 15314, Banten, Indonesia

## Abstrak

Pengembangan terhadap inhibitor organik atau inhibitor alami sangat diperlukan, itu dikarenakan harganya yang relatif tidak mahal dan penggunaannya yang ramah lingkungan. inhibitor organik yang digunakan berasal dari limbah kulit buah naga merah. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja API 5l Grade B setelah perlakuan panas 800 °C dengan pendinginan secara perlahan-lahan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi inhibitor pada medium korosif larutan NaCl 3.5 % dan HCl pH 3 dengan variasi penambahan inhibitor 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm menggunakan metode tafel serta mengetahui nilai tahanan transfer muatan pada setiap konsentrasi inhibitor menggunakan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Hasil pengujian metode tafel dan EIS menunjukkan bahwa penambahan inhibitor ekstrak kulit buah naga merah dapat menurunkan laju korosi pada medium korosi larutan Sodium Clorida (NaCl) 3.5 % dan asam clorida pH 3 dimana efisiensi tertinggi pada medium korosif larutan NaCl 3.5% sebesar 62.4 % dengan nilai transfer muatan sebesar  $2.47 \times 10^6 \Omega$  dan pada medium korosif HCl pH 3 sebesar 87.73% dengan nilai transfer muatan sebesar  $1.79 \times 10^3 \Omega$ . Pada uji rendam diperoleh produk korosi yang akan dilakukan pengujian XRD untuk mengetahui produk korosinya. Hasil dari pengujian XRD adalah produk korosi dari medium korosif larutan pada medium korosif HCl pH 3 menghasilkan fase magnetite.

**Kata Kunci :** Inhibitor Organik, Kulit buah naga merah, Korosi, Baja API 5l Grade B, Elektrokimia, Efisiensi Inhibisi.

## Abstract

*The development of organic inhibitors or natural inhibitors is very necessary, it is due to their relatively inexpensive price and environmentally friendly use. The organic inhibitor used comes from the pitaya peel waste. The material used in this research is API 5l Grade B steel after 800°C Heat Treatment with slow cooling. This research was conducted to determine the efficiency of the inhibitor in the corrosive medium of 3.5 % NaCl and HCl pH 3 solutions with variations in the addition of 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, and 20 ppm inhibitors using the tafel method and to determine the value of charge transfer resistance at each inhibitor concentration using Electrochemical Impedance (EIS). The test results of the tafel and EIS methods show that the addition of pitaya peel extract inhibitor can reduce the corrosion rate of the corrosion medium of NaCl 3.5 % and HCl pH 3 solutions where the highest efficiency in the corrosive medium of 3.5 % NaCl solution is 62.4% with a charge transfer value of  $2.47 \times 10^6 \Omega$  and the corrosive medium HCl pH 3 was 87.73% with a charge transfer value of  $1.79 \times 10^3 \Omega$ . In the immersion test, the corrosion product obtained will be carried out by XRD testing to determine the crystallization phase. The results of the XRD test were the corrosion product of the corrosive medium of HCl pH 3 it produced the magnetite phase.*

**Key Words :** Corrosion, Carbon Steel API 5l Grade B, Red Pitaya, Organic Inhibitor, Electrochemistry, Inhibition efficiency.

## 1. Pendahuluan

Baja berperan sangat besar dalam dunia industri, dimana penggunaan baja pada saat ini sangat berkembang seperti yang kita lihat dalam sekeliling kita [1]. Material baja juga dapat dikombinasikan dengan unsur karbon untuk mendapatkan sifat mekanik yang dibutuhkan. Hal ini menjadikan baja primadona dibandingkan material yang lain. Namun sayangnya, baja masih memiliki kelemahan yang sampai sekarang menjadi permasalahan yaitu korosi.

Korosi adalah menurunnya kualitas suatu logam karena reaksi elektrokimia terhadap lingkungan sekitarnya. Penurunan mutu terhadap logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia namun juga reaksi elektrokimia, yaitu antara bahan-bahan yang bersangkutan dengan terjadinya perpindahan elektron [2]. Korosi merupakan peristiwa kimia

pada logam yang pada dasarnya merupakan reaksi kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen[3]. Faktor yang mempengaruhi laju korosi, adalah: kandungan gas dan padatan terlarut, air, temperature, seleksi material, pH, bakteri pereduksi atau sulfat reducing bacteria [4].

Ada banyak cara untuk mencegah terjadinya korosi . Penentuan material yang sesuai adalah salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Material yang sesuai tentunya akan berdampak bagus pada banyak hal baik itu ketahanan material, nilai ekonomis, serta life time material itu sendiri. Perlakuan panas merupakan salah satu usaha yang digunakan untuk meningkatkan kualitas material yang diinginkan. Kemudian cara lain untuk mengurangi laju dari

pada korosi dapat dilakukan dengan pemberian zat inhibitor organik pada logam.

Buah naga adalah salah satu jenis buah dengan kandungan polifenol, antioksidan dan serat yang tinggi. Diketahui bahwa antioksidan dari pada ekstrak etanol kulit buah naga (IC50 0,3 mg/mL) lebih tinggi daripada antioksidan pada daging buahnya (IC50 > 1 mg/mL). Aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga juga sudah diuji dengan beberapa jenis pelarut yang berbeda tingkat kepolarnya [5].

Pada penelitian ini jenis material yang digunakan ialah baja karbon *API 5L Grade B*. Material ini biasa digunakan untuk kebutuhan industri salah satunya sebagai pipa minyak dan gas. Specimen Baja API 5L Grade B akan dipanaskan sampai suhu 800°C pada ruang bakar lalu didinginkan secara perlahan sampai suhu ruang untuk meningkatkan keuletan pada material kemudian diuji pada pengujian polarisasi dengan larutan pengkorosi dan menganalisa efisiensi inhibisi pada inhibitor ekstrak kulit buah naga.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

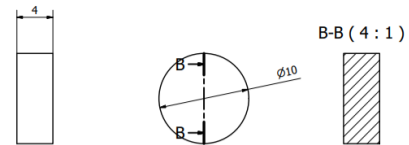
1. Mengetahui kandungan ekstrak kulit buah naga sebagai inhibitor korosi pada baja api 51 grade B Heat Treatment.
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak kulit buah naga sebagai inhibitor pada baja api 51 grade b Heat Treatment.
3. Mengetahui mekanisme penghambatan ekstrak kulit buah naga sebagai inhibitor organik terhadap laju korosi pada baja api 51 grade B Heat Treatment dengan metode polarisasi dan EIS.
4. Mengetahui pengaruh variasi medium korosi NaCl dan HCl pada baja api 51 grade b Heat Treatment dengan metode weightloss.

### 2.2. Prosedur Penelitian

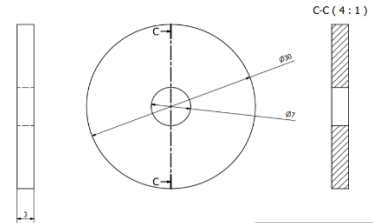
#### 2.2.1 Pembuatan Sampel Baja API 5L Grade B Perlakuan Panas

Dalam pembuatan sampel baja dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1. Preparasi sampel baja API 5L grade B  
Terdapat 2 tipe ukuran material yang digunakan, yaitu :
  1. Pada pengujian polarisasi, material yang digunakan berbentuk tabung dimana diameternya adalah 10mm dengan ketebalan 4mm. Pemotongan pipa menggunakan mesin bor duduk dengan mata bor hole saw 10mm.
  2. Pada pengujian weight loss, material yang digunakan berbentuk tabung tetapi memiliki lubang di tengah-tengahnya dengan diameter luar 30mm dan diameter dalam 7mm, mempunyai ketebalan 3 mm.



Gambar 1. Spesimen Uji Polarisasi



Gambar 2. Spesimen Uji Rendam

Perlakuan panas dilakukan menggunakan tungku dari temperatur ruang sampai temperatur 800°C lalu ditahan selama 15 menit pada suhu tersebut. Kemudian dilakukan pendinginan perlahan-lahan sampai suhu ruang didalam tungku.

#### 2.2.2 Preparasi Sampel Pengujian

Pada penelitian ini menggunakan 2 pengujian yaitu pengujian polarisasi dan pengujian weight loss dengan preparasi sampel yang berbeda. Preparasi sampel pengujian dapat dilihat dibawah ini :

1. Preparasi Sampel Pengujian Polarisasi  
Pada pengujian polarisasi ada beberapa tahapan dalam mempersiapkan sampel. Tahapan tersebut antara lain :
  - Penyolderan sampel  
Pada tahap ini kawat tembaga disambungkan dengan diameter permukaan material menggunakan timah.
  - Mounting sampel  
Pada tahap ini sampel yang sudah disolder di mounting menggunakan resin dan FeCl3 sebagai pengeras. Dan dibutuhkan waktu selama lebih kurang 36 jam sampai hasil mounting benar-kering,
  - Penghalusan permukaan sampel  
Pada tahap ini sampel yang sudah dimounting di haluskan dengan mesin grinding menggunakan kertas amplas grid 120,240,400,600,800,1000, dan 1200.
2. Preparasi Sampel Uji Rendam  
Pada pengujian polarisasi ada beberapa tahapan dalam mempersiapkan sampel. Tahapan tersebut antara lain :
  - Perataan permukaan sampel  
Pada proses ini, permukaan spesimen diratakan menggunakan mesin surface grinding yang dimana bertujuan untuk meratakan sekaligus menyamakan ketebalan di setiap spesimen.
  - Penghalusan permukaan sampel  
Pada proses ini, permukaan sampel dihaluskan dengan mesin grinding menggunakan kertas amplas grid 120,400, dan 600.

#### 2.2.3 Pengujian Polarisasi dan Pengujian Rendam

1. Pengujian Polarisasi

Pengujian polarisasi bertujuan untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada sampel. Pengujian polarisasi menggunakan software Gamry 6.25. Pada pengujian ini sampel yang sudah di sambungkan dengan kabel tembaga dan telah dimounting akan di masukan kedalam media korosif bersama reference elektrode ( *saturated calomel reference (SCL)*) dan counter electrode (platina).

Pada pengujian polarisasi akan menghasilkan kurva polarisasi anodik-katodik.

2. Pengujian Rendam

Pengujian weight loss menggunakan standar ASTM-G31. Dimana pada pengujian ini spesimen di gantung menggunakan senar, kemudian di rendam didalam kontainer yang berisi media korosif. Pada pengujian ini spesimen direndam selama 28 hari dan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 2 sampel pada hari ke 7,14, dan 28. Kemudian dilakukan perendaman 2 sampel pada hari ke 21.

Setelah perendaman, akan dilakukan proses pickling sesuai ASTM G-1 untuk membersihkan spesimen dari korosi lalu ditimbang untuk mendapatkan massa setelah dilakukan perendaman.

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju korosi pada pengujian rendam adalah :

$$CR = \frac{KW}{DAT} \tag{1}$$

2.2.4 Pembuatan Medium Korosif

Pada penelitian ini terdapat 2 variasi medium korosif, yaitu NaCl 3.5% dan HCl pH3. Untuk pembuatan larutan NaCl 3.5% menggunakan aquades 1000ml dan 3.5 gram NaCl. Untuk pembuatan HCl pH3 menggunakan 1000 aquades dan HCl 37% sebanyak 0.083ml.

2.3 Metode Karakterisasi

2.3.1 Metalografi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi ferit dan perlit pada materal Baja API 5l Grade B setelah mengalami perlakuan panas. Pengujian ini dilakukan di Pusat Penelitian Material dan Metalurgi LIPI (Metallurgical and Materials Research Center-LIPI).

2.3.2 FTIR

Pengujian FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada inhibitor kulit buah naga merah. Pengujian FTIR dilakukan di Pusat Penelitian Kimia LIPI (Chemicals Research Center-LIPI).

2.3.3 XRF

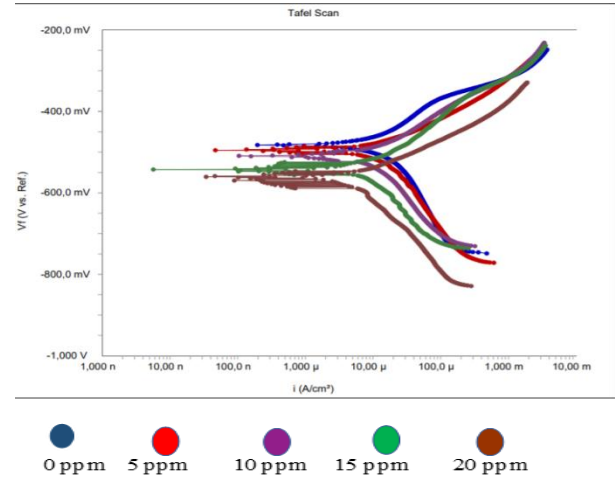
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar unsur yang terdapat pada material Baja API 5l Grade B setelah mengalami perlakuan panas.

Pengujian ini dilakukan di Pusat Penelitian Material dan Metalurgi LIPI (Metallurgical and Materials Research Center-LIPI).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Polarisasi

3.1.2 Kurva Tafel Polarisasi NaCl 3.5%



Gambar 3. Gabungan Kurva Tafel Korosi Baja API 5L Grade B Perlakuan Panas NaCl 3.5%

Pengujian polarisasi tafel dilakukan sebanyak 3 kali, maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 1 Data Tafel NaCl 3.5%

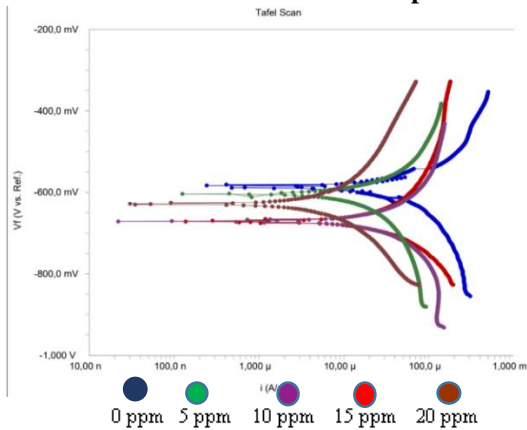
Konsentrasi inhibitor (ppm)	E <sub>corr</sub> (mV)	I <sub>corr</sub> (A/cm <sup>2</sup> )	Laju Korosi (mpy)
0	-592,66	16,23	14,546
5	-577,7	12,626	11,316
10	-557,3	10,1	9,263
15	-581,16	8,461	7,582
20	-582,63	6,013	5,469

Dari data pengujian polarisasi di atas dapat kita simpulkan bahwa menurunnya laju korosi pada Baja API 5l Grade B Perlakuan Panas apabila adanya penambahan inhibitor ekstrak kulit buah naga ke medium korosif NaCl.

Laju korosi pada Baja API 5l Grade B Perlakuan Panas tanpa adanya penambahan inhibitor sebesar 14.546 mpy, kemudian apabila kita menambahkan inhibitor sebesar 5ppm maka laju korosi akan menurun menjadi 11,316 mpy. Pada penambahan inhibitor 10 ppm laju korosi kembali mengalami penurunan menjadi 9.263 mpy. Pada penambahan inhibitor 15ppm laju korosi akan berkurang menjadi 7.582 mpy, dan pengurangan paling tinggi terdapat pada penambahan inhibitor 20ppm menjadi sebesar 5.469 mpy. Jadi, laju korosi paling besar terdapat pada penambahan inhibitor 0ppm kemudian menurun seiring penambahan inhibitor ekstrak kulit buah naga merah hingga laju

korosi paling kecil terdapat pada penambahan inhibitor 20 ppm.

### 3.1.3 Kurva Tafel Polarisasi HCl pH 3



**Gambar 4** Gabungan Kurva Tafel Korosi Baja API 5L Grade B Perlakuan Panas HCl pH 3

Pengujian polarisasi tafel dilakukan sebanyak 3 kali, hasilnya adalah :

**Tabel 2.** Data Tafel HCl pH 3

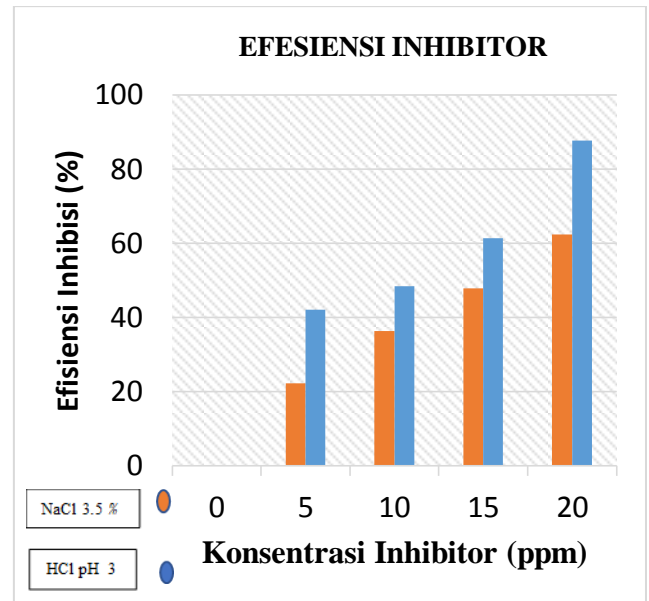
Kosentrasi inhibitor (ppm)	$E_{corr}$ (mV)	$I_{corr}(A/cm^2)$	Laju Korosi (mpy)
0	-563	124,366	75,27
5	-697	48,12	43,51
10	-675,83	43,24	38,75
15	-596,16	32,37	29,01
20	-571,4	10,301	9,232

Laju korosi pada Baja API 5L Grade B Perlakuan Panas tanpa adanya penambahan inhibitor sebesar 75.27 mpy, kemudian apabila kita menambahkan inhibitor sebesar 5ppm maka laju korosi akan menurun menjadi 43.51 mpy. Pada penambahan inhibitor 10 ppm laju korosi kembali mengalami penurunan menjadi 38.75 mpy. Pada penambahan inhibitor 15ppm laju korosi akan berkurang menjadi 29.01 mpy, dan pengurangan paling tinggi terdapat pada penambahan inhibitor 20ppm menjadi sebesar 9.232 mpy. Jadi, laju korosi paling besar terdapat pada penambahan inhibitor 0ppm kemudian menurun seiring penambahan inhibitor ekstrak kulit buah naga merah hingga laju korosi paling kecil terdapat pada penambahan inhibitor 20 ppm.

### 3.1.4 Efisiensi Inhibisi

Adapun efisiensi inhibisi yang terdapat dalam ekstrak kulit buah naga yang dapat kita lihat dibawah ini. Dari data diatas, kita dapat mengetahui bahwa efisiensi tertinggi terletak pada penambahan inhibitor 20 ppm pada setiap medium korosi. Kemudian dari data diatas kita dapat menyimpulkan juga bahwa, inhibitor ekstrak kulit buah naga lebih efisien bekerja pada medium korosif HCl pH 3 dibandingkan dengan medium korosif NaCl 3.5 % dalam penambahan kadar inhibitor yang sama. Harapannya dibutuhkan

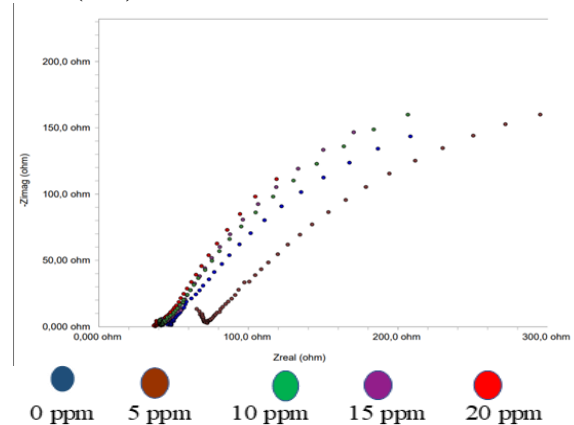
penelitian yang lebih lanjut untuk dapat meningkatkan efisiensi yang lebih tinggi.



**Gambar 5.** Kurva Efisiensi Inhibisi

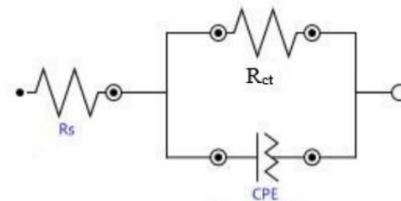
## 3.2 Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)

### 3.2.1 Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) NaCl 3.5%



**Gambar 6.** Kurva Niquist NaCl 3.5%

Semakin besar diameter kurva niquist maka semakin besar hambatan yang dihasilkan . Pada pengujian EIS dilakukan proses fit and simulation yang diperoleh dari Constant Phase Element (CPE) dengan rangkaian sebagai berikut :



**Gambar 7.** Rangkaian CPE

Dimana  $R_s$  (solution resistance) ialah tahanan larutan dan  $R_{ct}$  ialah tahanan transfer muatan. Semakin tinggi nilai  $R_{ct}$  maka semakin tinggi pula hambatan yang terjadi dalam proses korosi.

Dengan menggunakan fit and simulation dari CPE, maka didapat data sebagai berikut :

**Tabel 3. Data Pengujian EIS NaCl 3.5%**

Rct (Ω)	927.3	1.13E+03	1.33E+03	2.93E+03	2.47E+06
Konsentrasi inh	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm

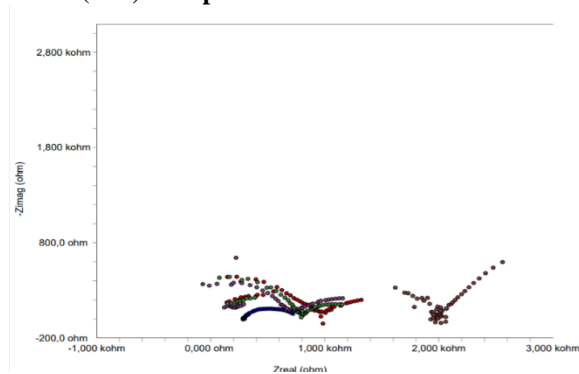
Dari data diatas dapat diketahui seberapa besar nilai hambatan yang terjadi dalam proses korosi pada Baja API 5L Grade B Setelah Perlakuan Panas dalam media korosif NaCl 3.5% dengan variasi penambahan jumlah inhibitor ekstrak kulit buah naga merah. Dalam pengujian ini hambatan korosi yang terjadi tanpa penambahan inhibitor sebesar 927.3 Ω dan hambatan korosi paling tinggi terletak pada penambahan inhibitor 20 ppm yaitu sebesar 2.47E+06 Ω.

Penyebab dari pada *surface coverage* merupakan molekul inhibitor mempunyai kemampuan mengadsorpsi dan menutupi dua daerah aktif permukaan logam, dimana daerah tersebut adalah proses anodik (pelarutan logam menjadi kation logam) dan/ atau proses katodik (evolusi hidrogen) (Cardozo da Rocha, 2014). Pada medium korosif NaCl 3.5 %, inhibitor ekstrak kulit buah naga memiliki coverage area (θ) sebagai berikut :

**Tabel 4. Coverage Area pada Medium Korosif NaCl 3.5%**

Ppm	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
θ	0	0.22	0.36	0.47	0.62

**3.2.2 Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) HCl pH 3**



**Gambar 8. Kurva nyquist HCl pH 3**

Dari kurva niquist diatas dilakukan proses fit and simulation menggunakan CPE circuit, maka di dapat hasil sebagai berikut :

**Tabel 5. Pengujian EIS HCl pH3**

Rct	461.1	941.6	1.05E+03	1.12E+03	1.79E+03
Konsentrasi inh	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa penambahan inhibitor ekstrak kulit buah naga dapat memperbesar hambatan korosi yang menyebabkan berkurangnya laju korosi. Hambatan korosi yang

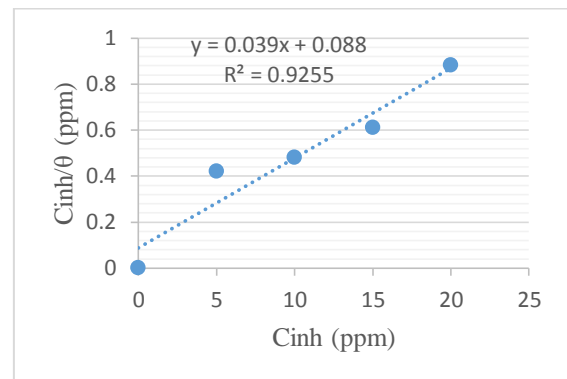
terjadi pada Baja API 5L Grade B tanpa adanya inhibitor adalah sebesar 461.1 Ω dan hambatan tertinggi terletak pada penambahan inhibitor 20 ppm sebesar 1.79E+03 Ω .

Pada medium korosif HCl pH 3, inhibitor ekstrak kulit buah naga memiliki coverage area (θ) sebagai berikut :

**Tabel 6 Coverage Area pada Medium Korosif HCl Ph 3**

Ppm	0 ppm	5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
θ	0	0.42	0.48	0.61	0.88

Di sisi lain, mengikuti kaidah Langmuir Adsorption isotherm. Dimana adanya hubungan linear antara  $C_{inh}/\theta$  dan  $C_{inh}$  dengan metode regresi linear. Dengan menggunakan metode regresi linear, nilai dari R2 mendekati nilai 1 dan nilai kemiringan juga hampir sama dengan 1, dimana mengindikasikan permukaan baja mengikuti kaidah Langmuir Adsorption Isotherm. Kesimpulan ini juga di perkuat dengan makalah ilmiah “Studi Awal Potensi Daun Belimbing Wuluh Sebagai Inhibitor Korosi Pada Baja Karbon Di Larutan Asam Klorida” ( Gadang Priyotomo, Lutviasari Nuraini). Kurva dari persamaan Langmuir adsorption isotherm dapat dilihat dibawah ini:



**Gambar 9. Kurva Regresi Linear HCl Ph 3**

**3.3 Pengujian Rendam**

**3.3.1 Pengujian Rendam NaCl 3.5 %**

Pengujian weightloss dilakukan dengan menggunakan kontainer yang berisi medium korosif sebanyak 7 liter, kemudian spesimen direndam menggunakan senar. Pengambilan spesimen dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 28. Kemudian pada hari ke 21 kembali dilakukan perendaman spesimen untuk mengetahui Planned Interval Corrosion Test sesuai ASTM G-31. Hasil dari pengujian weight loss dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

**Tabel 7. Data Pengujian Weight Loss NaCl 3.5%**

No	Kode material	A (cm <sup>2</sup> )	W <sub>0</sub> (gram)	W <sub>1</sub> (gram)	CR (mpy)
----	---------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	----------

1	Hari 7 =A1	8,302	16,28	16,24	12,65
2	Hari 21 =A3	8,302	17,25	17,14	11,59
3	Hari 28 = A4	8,302	17,27	17,14	10,28
4	Hari 21-28 =B	8,302	17,36	17,32	12,65

Dari data di atas dapat kita lihat bahwa perendaman selama 7 hari menghasilkan laju korosi sebesar 10.28 mpy, kemudian pada perendaman selama 21 hari besar laju korosinya adalah 11.59 mpy, lalu pada perendaman selama 28 hari besar laju korosinya adalah 12.65 mpy. Laju korosi untuk material pada hari ke 21-28 sebesar 12.65 mpy. Laju korosi pada setiap variasi waktu tidak mengalami perubahan yang signifikan, dikarenakan kadar larutan korosif tidak mengalami perubahan yang terlalu besar. Pada pengujian weightloss kita dapat menentukan data dari Planned Interval Corrosion test sesuai dengan ASTM G-31. Nilai A2 dapat kita hitung dengan mengurangkan A3 - A4. Dari data pada tabel ASTM G-31, maka dapat dilihat bahwa sifat korosif pada larutan tidak berubah dan sifat korosif pada material menurun (kriteria nomor 2).

### 3.3.2 Pengujian Rendam HCl pH 3

Pengujian weightloss dilakukan dengan menggunakan kontainer yang berisi medium korosif sebanyak 7 liter, kemudian spesimen direndam menggunakan senar. Pengambilan spesimen dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 28. Kemudian pada hari ke 21 kembali dilakukan perendaman spesimen untuk mengetahui Planned Interval Corrosion Test sesuai ASTM G-31. Hasil dari pengujian weight loss dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

**Tabel 8 Data uji rendam HCl pH 3**

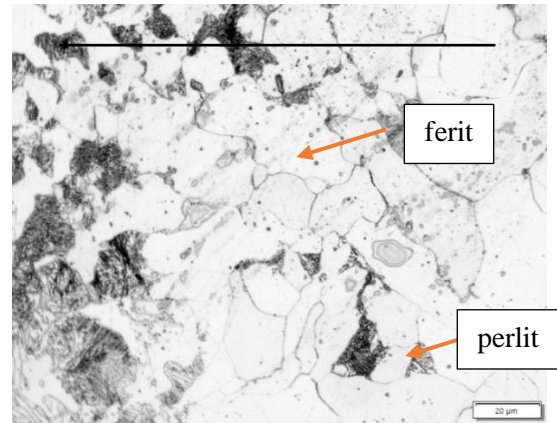
N o	Kode material	A	W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	CR
1	Hari 7 = A1	8,302	16,23	16,091	43,97
2	Hari 21 =A3	8,302	16,21	15,86	36,9
3	Hari 28 =A4	8,302	17,41	17,01	31,63
4	Hari 21-28=B	8,302	17,35	17,23	37,96

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa laju korosi pada material Baja API 51 Grade B Setelah Perlakuan Panas hari ke 7 sebesar 31.63 mpy, kemudian pada hari ke 21 memiliki laju korosi sebesar 36.9 mpy, lalu pada hari ke 28 memiliki laju korosi sebesar 43.97 mpy. Kemudian besar laju korosi untuk perendaman di hari ke 21-28 adalah sebesar 37.96 mpy. Pada pengujian weightloss kita juga dapat menentukan data dari Planned Interval Corrosion test sesuai dengan ASTM G-31. Nilai A2 dapat kita tentukan dengan mengurangkan A3-A4 . Dari tabel 4.8, maka dapat dilihat bahwa sifat korosif pada larutan dan material menurun (kriteria nomor 5).

### 3.4 Pengujian Metalografi

Untuk membandingkan material Baja API 51 Grade B Setelah Perlakuan Panas dengan tanpa Setelah Perlakuan Panas dapat diketahui dengan melihat struktur mikronya. Berikut struktur mikro pada material yang di Setelah Perlakuan Panas dan tanpa Setelah Perlakuan Panas :

1. Pengujian metalografi Baja API 51 Grade B Setelah Perlakuan Panas



**Gambar 10. Struktur mikro perbesaran 1000x**

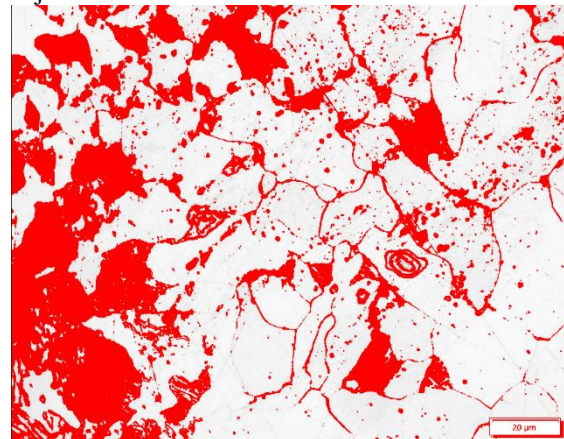
Untuk mencari grain size, dapat digunakan aplikasi imageJ. Dengan menarik garis sepanjang 150um ada 11 struktur yang bersinggungan dengan garis. Maka kita dapat :

$$\text{Average grain size} = \frac{\text{line length}}{\text{number of grain}} \quad (2)$$

$$\text{Average grain size} = \frac{150}{11}$$

$$\text{Average grain size} = 11.54$$

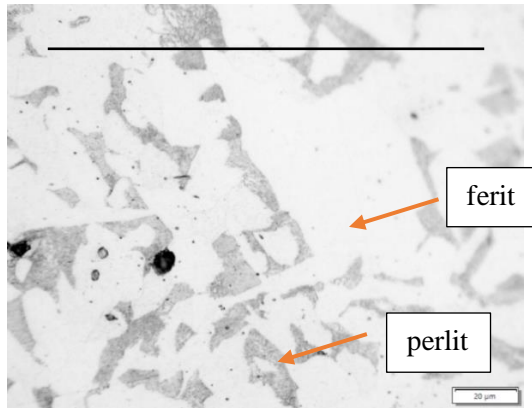
Menggunakan aplikasi *imageJ*, kita dapat menentukan presentasi dari pada fasa perlit material baja API 51 Grade B Setelah Perlakuan Panas.



**Gambar 11. presentasi perlit setelah perlakuan Panas**

Dari aplikasi *imageJ* presentasi perlit yang didapat sebesar 28.97 % dan ferit sebesar 71.03%.

2. Pengujian metalografi Baja API 51 Grade B Sebelum Perlakuan Panas



**Gambar 12. Struktur Mikro perbesaran 1000x**

Untuk mencari grain size, dapat digunakan aplikasi *imageJ*. Dengan menarik garis sepanjang 150um ada 11 stuktur yang bersinggungan dengan garis. Maka kita dapat :

$$\text{Average grain size} = \frac{\text{line length}}{\text{number of grain}} \quad (3)$$

$$\text{Average grain size} = \frac{157}{4}$$

$$\text{Average grain size} = 39.52 \text{ um}$$

Dari data diatas dapat kita lihat pada material Baja API 51 Grade B Setelah Perlakuan Panas memiliki ukuran butir yang lebih besar dan lebih ekuiaksial (bulat) dibandingkan material Baja API 51 Grade B tanpa perlakuan. Menggunakan aplikasi *imageJ*, kita dapat menentukan presentasi dari pada fasa perlit material baja API 51 Grade B Sebelum Perlakuan Panas. Dari aplikasi *imageJ* presentasi perlit yang didapat sebesar 19.79 % dan ferit sebesar 80.21%.



**Gambar 13. Presentasi Perlit sebelum perlakuan Panas**

### 3.5 Pengujian XRF

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui persentase unsur yang terkandung pada material Baja API 51 Grade B. Hasil pengujian XRF pada material Baja API 51 Grade B dapat kita lihat dibawah ini :

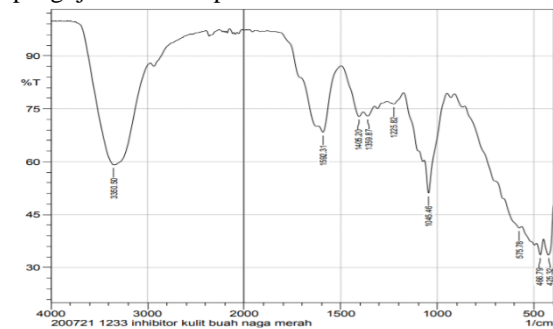
**Tabel 9. Hasil Pengujian XRF**

Sample ID	Experiment name	Ti (%)	Cu (%)	Mg (%)	Cr (%)	Ca (%)	Fe (%)	Al (%)	Si (%)	Cl (%)	S (%)	Ni (%)	P (%)	Mn (%)
H.T	SMART-Elements	0.02	0.185	0.11	0.135	0.25	97.84	0.07	0.7	0.029	0.04	0.0632	0.011	0.4859

Dari data diatas, maka besar carbon yang dimiliki oleh material Baja API 51 Grade B adalah 0.25% yang dimana termasuk dalam material baja karbon rendah.

### 3.6 Pengujian FTIR

Pada pengujian FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus ikatan yang terkandung dalam inhibitor ekstrak kulit buah naga. Hasil dari pengujian FTIR dapat kita lihat dibawah ini :



**Gambar 14. Grafik FTIR Ekstrak Kulit Buah Naga**

Dari data diatas terdapat grafik FTIR berikut dengan peaknya, yang dapat kita analisa dalam tabel dibawah ini.

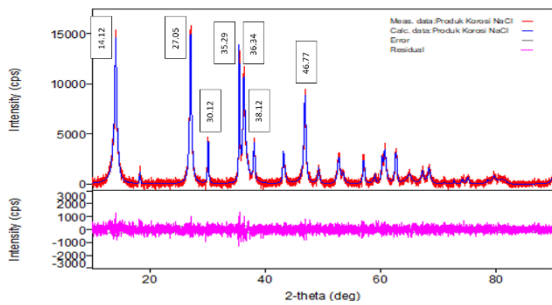
**Tabel 10. Analisa Gugus Fungsi Inhibitor Kulit Buah Naga**

No	Ikatan	Tipe dan Grup	Range Frekuensi (cm <sup>-1</sup> )	Inhibitor Kulit Buah Naga (cm <sup>-1</sup> )
1	O-H	Polymeric	3230-3400	3350.5
2	NH	Sec Amines	1550-1650	1592.31
3	O-H	Alcohol	1390-1420	1405.2
4	O-H	PHenols	1310-1410	1359.87
5	R-O-R	Aromatic Ethers	1200-1260	1225.82
6	C-OH	Primary Alcohols	1010-1075	1045.46
7	C-Br	Bromides	500-600	575.78

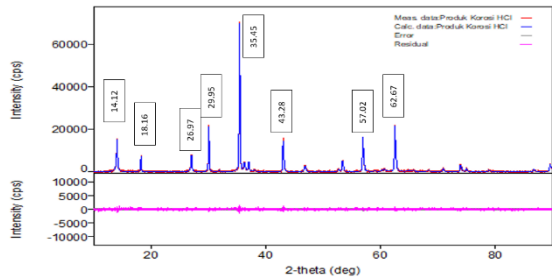
Analisa FTIR berdasarkan referensi “ *A Book of Spectroscopic Data Chemistry* “ oleh B.D Mistry 2009002E. Ekstrak kulit buah naga memiliki kandungan anti oksidan berupa antosianin dan flavonoid. Flavonoid biasanya senyawa yang terdapat pada inhibitor organik, dengan demikian ekstrak ini berpotensi sebagai inhibitor.

### 3.7. Pengujian XRD

Pada pengujian XRD bertujuan untuk mengetahui komposisi atom produk korosi dalam medium korosif yang digunakan dalam pengujian weightloss. Hasil dari pengujian XRD dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 15. Grafik XRD Hasil Korosi larutan NaCl 3.5%**



**Gambar 16. Grafik XRD Hasil Korosi Larutan HCL pH 3**

Komposisi atom ditentukan dengan menggunakan software match 3. Pada grafik XRD hasil korosi NaCl 3.5% didominasi oleh komposisi atom FeO<sub>2</sub> (Ewing,1935) dengan peak intensity pada medium NaCl terdapat pada 2-θ(14.140, 27.070, 35.4641, 36.288, 46.902) pada hasil tersebut terbentuk fasa lepidocrocite. Menggunakan software *match* kita juga dapat mengetahui struktur kristal dari tiap peak pada pengujian XRD. Untuk produk korosi NaCl 3.5% dapat di lihat di bawah ini.

**Tabel 11. Senyawa Penyusun Produk Korosi Nacl 3.5%**

No	2th	Composition	Crystal Structure
1	14.12	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic
2	27.05	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic
3	30.12	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic
4	35.29	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic
5	36.34	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic
6	38.12	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic
7	46.77	FeO <sub>2</sub>	orthorhombic

Pada grafik XRD hasil korosi HCl pH 3 fase yang terdapat pada grafik tersebut adalah fase magnetite(O’Neil.et al,1994) dengan formula Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan peak intensity terdapat pada 2-θ (35.4212). Susunan struktur kristal dari tiap peak pada pengujian XRD. Untuk produk korosi HCl pH 3 dapat di lihat di bawah ini.

**Tabel 12. Senyawa penyusun produk korosi HCl Ph3.**

No	2th	Composition	Crystal Structure
1	14.12	FeO <sub>2</sub>	Cubic
2	18.16	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic
3	26.07	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tetragonal
4	29.95	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic
5	35.45	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic
6	43.28	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic

7	57.02	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic
8	62.67	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cubic

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan serta analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kulit buah naga merah berpotensi sebagai inhibitor, hal ini ditunjukkan dari menurunnya laju korosi pada saat penambahan konsentrasi ekstrak kulit buah naga merah ke dalam medium korosif.
2. Laju korosi menurun seiring dengan penambahan inhibitor kulit buah naga merah. Hal ini terbukti dari hasil pengujian laju korosi dengan metode tafel untuk setiap variasi inhibitor ( 0ppm, 5ppm,10ppm, 15ppm, dan 20ppm) maka didapatkan laju korosi paling tinggi pada 0 ppm. Laju korosi kemudian mengalami penurunan seiring dengan penambahan inhibitor dan laju korosi paling kecil terendah terdapat pada penambahan inhibitor 20ppm.
3. Inhibitor kulit buah naga merah termasuk inhibitor adsorpsi. Dimana mekanisme kerja dari inhibitor adsorpsi adalah dengan melindungi permukaan logam dari medium korosif sehingga dapat menghambat laju korosi. Hal ini dapat kita lihat dengan menggunakan persamaan Langmuir Isotherm Adsorption, dimana regresi linear dari persamaan tersebut mendekati 1.
4. Larutan HCl pH 3 lebih korosif terhadap Baja API 5l Grade B Setelah Perlakuan Panas dibandingkan dengan larutan NaCl 3.5%. Hal ini dapat dilihat dari pengujian korosi dengan metode tafel, dimana material memiliki laju korosi lebih tinggi pada larutan HCl pH 3 dibandingkan larutan NaCl 3.5%. Pada NaCl 3.5%, medium korosif tidak berubah tetapi sifat korosif material berkurang. Pada HCl pH 3 medium korosif meningkat tetapi sifat korosif pada material berkurang. Hal itu dapat dilihat dari pengujian *weightloss* pada material Baja API 5l Grade B Setelah Perlakuan Panas.

#### Daftar Pustaka

- [1] Fatmala,R.A, 2013, *Proses Pembuatan Baja*, FMIPA Universitas Pakuan.
- [2] Tretheway, K. C, 1991, *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [3] M, S. r. 2006. *Dampak Dan Pencegahan Korosi*, Universitas Pakuan Bogor.
- [4] Handbook, A. 1992, *Corrosion, 3rd ed.* New York: ASM International.



- [5] Pranata, R., 2013, *Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Kloroform Kulit Buah Naga Merah (Hylocerus Lemaire Britton dan Rose) Menggunakan Metode DPPH (1.1-Difenil-2-Pikrilhidrazil)*, hal. 6-7.

