

**ANALISIS PENGHAMBATAN KOROSI PADA PERALATAN  
*SURFACE FACILITY OFFSHORE* DENGAN METODE  
*COATING GRAPHENE OXIDE* KULIT SINGKONG (*MANIHOT  
ESCULENTA*)**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**KHOMEDI RESIYANTO**

**NPM 163210061**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru,

2021



Khomedi Resiyanto

NPM 163210061



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur diucapkan kepada Allah Subhannahu wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik program studi teknik perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama kuliah. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana teknik ini. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

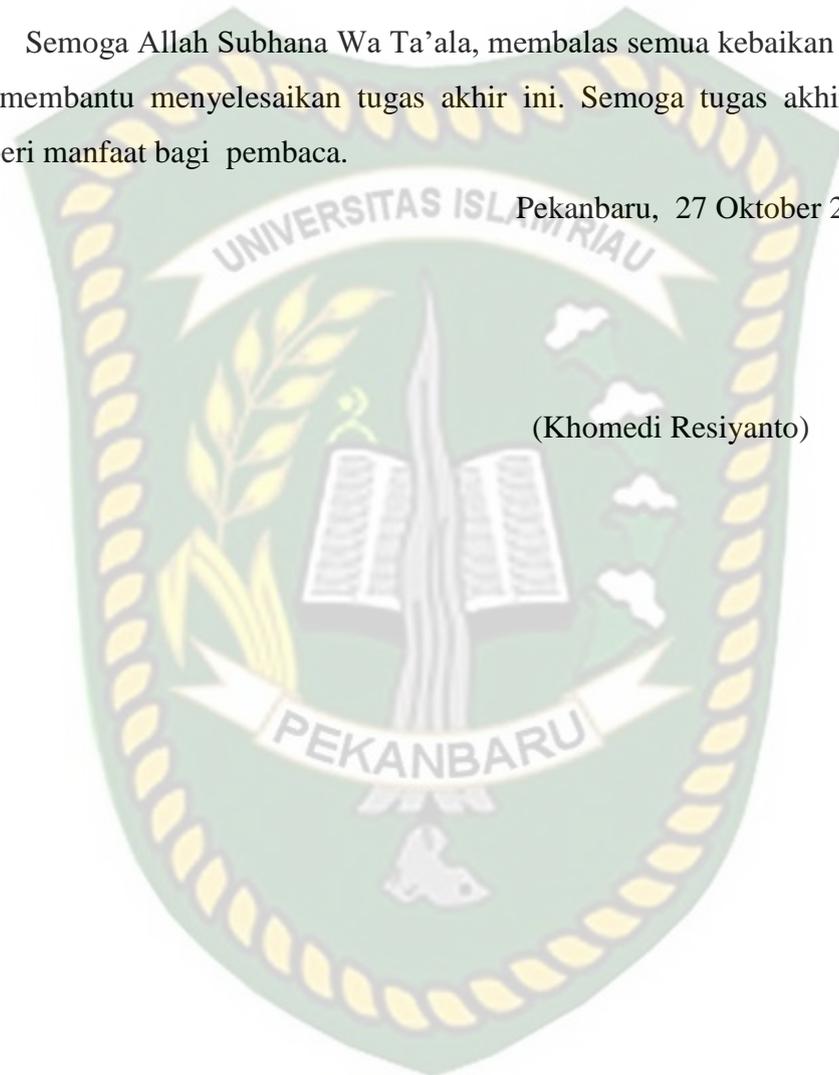
1. Ibu Dr. Mursyidah , M. Sc, selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir saya, yang mana telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan mensupport dengan peralatan yang saya butuhkan dalam pembuatan bahan penelitian, serta memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini;
2. Ibu Novia Rita, ST,. MT dan Bapak Tomi Erfando, ST,. MT selaku ketua dan Sekretaris Prodi Teknik Perminyakan serta Bapak dan Ibu dosen yang telah banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, organisasi dan banyak hal lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;
3. Kedua orang tua saya, Bapak (Alm) Wakiman dan Ibu Suranti yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, serta motivasi dan dukungan baik secara moril dan materil kepada saya.
4. Kakak, abang & adik saya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada saya selama pengerjaan tugas akhir ini dan selama masa perkuliahan saya, Siswoyo, (Alm) Siswanto, Siti Ernawati, Mashur & Zalal Abidin.
5. Teman-teman saya terkhusus Firda Napolita, Angga Wijaya, Aditya Nugraha Ernawan, , Muhammad Zaki, Rizky Septiawan, Mardison Androco, Ridwan Alkhandi, Yessi & Mahmud yang selalu memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini dan selama masa perkuliahan saya.
6. Teman-teman seperjuangan, khususnya kelas A angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

Semoga Allah Subhana Wa Ta'ala, membalas semua kebaikan pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Pekanbaru, 27 Oktober 2021

(Khomedi Resiyanto)



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR SIMBOL .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Tujuan Penelitian.....	2
1.3.Manfaat Penelitian.....	2
1.4.Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Graphene Oxide</i> .....	4
2.2.Korosi .....	5
2.3. <i>State Of The Art</i> .....	6
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian .....	10
3.2. Tempat Penelitian.....	11
3.3. Metode Penelitian.....	11

3.3.1. Alat.....	11
3.3.2. Bahan .....	13
3.4. Prosedur Penelitian.....	14
3.4.1. Prosedur Pembuatan <i>graphite</i> .....	14
3.4.2. Pembuatan <i>graphene Oxide</i> .....	14
3.4.3. Preparasi Spesimen Uji.....	15
3.4.4. <i>Coating</i> baja.....	15
3.4.5. Proses Uji Laju korosi.....	16
3.5. Waktu Penelitian .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1. Analisis GO Kulit Singkong Berdasarkan Morfologi, Unsur dan Gugus Fungsi. ....	18
4.1.1. Analisis Morfologi Permukaan GO Kulit Singkong.....	18
4.1.2. Analisis Unsur GO Kulit Singkong .....	20
4.1.3. Analisis Ikatan Molekul Pada GO Kulit Singkong.....	20
4.2. Analisis Laju Korosi Baja SS400 Berdasarkan Konsentrasi GO dalam <i>Epoxy</i> .....	22
4.3. Analisis Laju Korosi Baja SS400 Berdasarkan Perbedaan Salinitas.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> Struktur <i>graphene oxide</i> (Roberts et al., 2010).....	5
<b>Gambar 3. 1.</b> Oven.....	11
<b>Gambar 3. 2.</b> Pirolisator.....	11
<b>Gambar 3. 3.</b> Sieve .....	12
<b>Gambar 3. 4.</b> Timbangan digital.....	12
<b>Gambar 3. 5</b> Sonikator.....	12
<b>Gambar 3. 6.</b> Sentrifugal BS & W.....	13
<b>Gambar 3. 7.</b> <i>Filter paper</i> .....	13
<b>Gambar 4. 1.</b> Hasil pengamatan morfologi permukaan sampel GO kulit singkong menggunakan uji SEM. (a)Pengujian dengan perbesaran 5000X, (b)Pengujian dengan perbesaran 10.000X .....	19
<b>Gambar 4. 2.</b> Grafik Hasil Pengujian EDX GO Kulit Singkong.....	20
<b>Gambar 4. 3.</b> Hasil karakterisasi FTIR GO kulit singkong .....	21
<b>Gambar 4. 4.</b> Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,2%.....	22
<b>Gambar 4. 5.</b> Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,2% NaCl.....	23
<b>Gambar 4. 6.</b> Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,5%.....	25
<b>Gambar 4. 7.</b> Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,5% NaCl.....	26
<b>Gambar 4. 8.</b> Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,7%.....	27
<b>Gambar 4. 9.</b> Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,7% NaCl.....	28
<b>Gambar 4. 10.</b> Rata-rata CR Berdasarkan Rasio Coating GO dalam Epoxy .....	29
<b>Gambar 4. 11.</b> Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada coating 1gr GO.....	30
<b>Gambar 4. 12.</b> Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada coating 2gr GO.....	30
<b>Gambar 4. 13.</b> Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada coating 3gr GO.....	31
<b>Gambar 4. 14.</b> Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada coating 4gr GO.....	32
<b>Gambar 4. 15.</b> Rata-rata laju korosi berdasarkan salinitas larutan perendaman...33	
<b>Gambar 4. 16.</b> Efisiensi Inhibisi Korosi Coating GO Kulit Singkong .....	34
<b>Gambar 4. 17.</b> Komprehesif hasil pengujian dengan penelitian lain .....	35

## DAFTAR TABEL

<b>Table 2.1.</b> <i>Stateof The Art</i> .....	7
<b>Tabel 3.1.</b> Rancangan Penelitian.....	15
<b>Tabel 3.2.</b> Jadwal Penelitian.....	17
<b>Tabel 4.1.</b> Data Persentase Massa GO Kulit Singkong.....	20



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Proses sintesis <i>Graphene Oxide</i> .....	40
<b>Lampiran 2.</b> Analisis SEM GO kulit singkong .....	43
<b>Lampiran 3.</b> Data analisis uji EDX GO kulit singkong.....	44
<b>Lampiran 4.</b> Hasil analisis FTIR .....	44
<b>Lampiran 5.</b> Tabel IR .....	45
<b>Lampiran 6.</b> Perhitungan laju korosi sampel tanpa <i>coating</i> GO kulit singkong. .	45
<b>Lampiran 7.</b> Perhitungan laju korosi sampel <i>coating</i> GO kulit singkong. ....	46
<b>Lampiran 8.</b> Table hasil pengujian laju korosi. ....	47
<b>Lampiran 9.</b> Contoh perhitungan efisiensi inhibisi korosi .....	47
<b>Lampiran 10.</b> Tabel efisiensi inhibisi korosi pada baja SS400 .....	48

## DAFTAR SINGKATAN

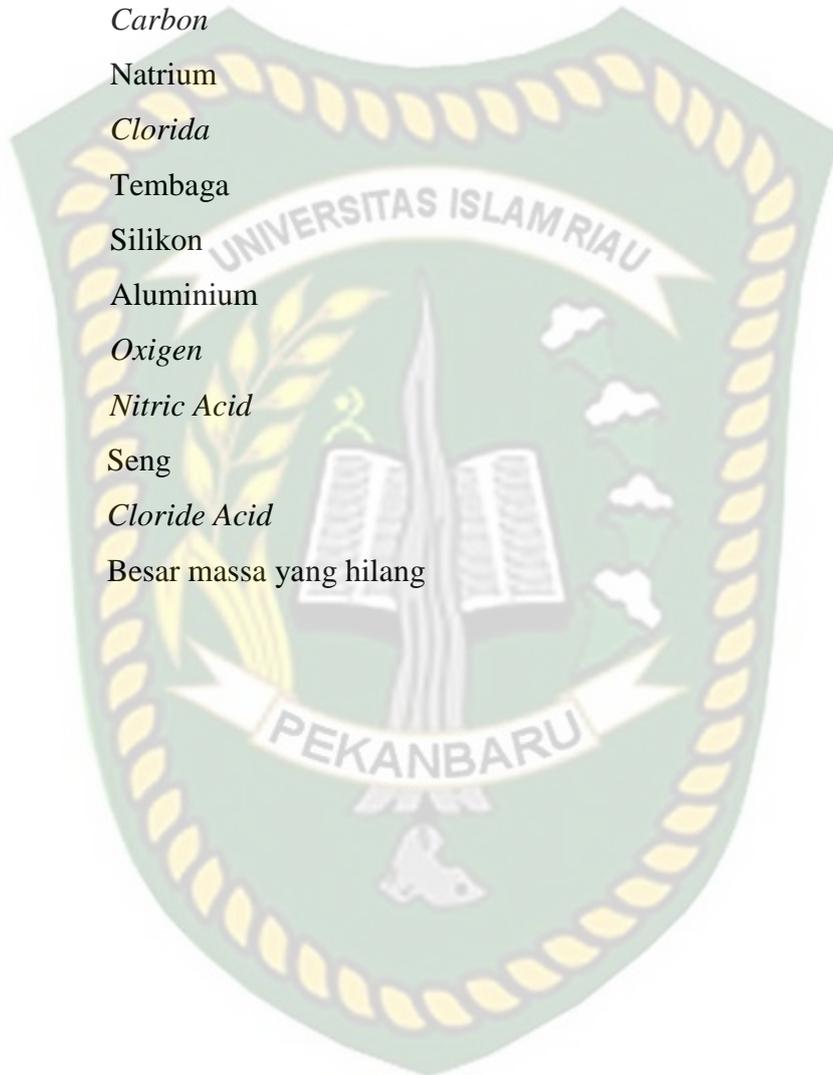
GO	<i>Graphene Oxide</i>
RPM	<i>Revolution per Minute</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
EDX	<i>Energy Dispersive X-Ray</i>
LAS	<i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i>
LPE	<i>Liquid Phase Eksfoliation</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
SS	<i>Structuras Steel</i>
CR	<i>Corrosion Rate</i>
A	<i>Area</i>
nm	nano meter
ml	mili Liter
gr	gram
cm	centi meter

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR SIMBOL

$\text{Fe}^{2+}$	Besi
$\text{H}^+$	Hidrogen
C	<i>Carbon</i>
$\text{Na}^+$	Natrium
$\text{Cl}^-$	<i>Clorida</i>
Cu	Tembaga
Si	Silikon
Al	Aluminium
O	<i>Oxigen</i>
$\text{HNO}_3$	<i>Nitric Acid</i>
Zn	Seng
HCl	<i>Cloride Acid</i>
$\Delta m$	Besar massa yang hilang



**ANALISIS PENGHAMBATAN KOROSI PADA PERALATAN *SURFACE FACILITY OFFSHORE* DENGAN METODE *COATING GRAPHENE OXIDE* KULIT SINGKONG (*MANIHOT ESCULENTA*)**

**KHOMEDI RESIYANTO**  
**163210061**

**ABSTRAK**

*Surface facility offshore* memiliki kontak langsung dengan air laut sehingga sangat berpotensi mengalami korosi. Air laut bersifat oksidan sehingga apabila bertemu dengan logam besi akan mempercepat proses korosi pada besi, oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian guna mengatasi permasalahan ini. Maka dalam penelitian ini akan menguji laju korosi yang dialami oleh sampel baja SS400 dengan *coating* menggunakan *graphene oxide* kulit singkong. *Graphene oxide* dari kulit singkong diperoleh dengan metode LPE yaitu proses sonikasi dan sentrifugasi guna mendapatkan satu lapisan *graphene oxide*. Sonikasi menggunakan alat sonikator dengan penambahan *water deionized* dan surfaktan LAS selama 4 jam. Kelebihan metode sonikasi adalah prosesnya mudah dan murah, produksi *graphene oxide* dalam jumlah yang besar dan produksi limbah yang sedikit. Sentrifugasi dilakukan dengan kecepatan 1000 RPM selama 30 menit. Proses *coating* dilakukan pada 15 buah baja SS400 dengan dimensi 25mm x 25mm x 5mm dengan metode *deep coating*. Selanjutnya dilakukan perendaman baja SS400 menggunakan air dengan salinitas (3,2%, 3,5% & 3,7%) selama 2 minggu dan dilakukan uji laju korosi dengan menggunakan metode *weight loss*. Karakterisasi SEM/EDX menunjukkan telah terbentuknya lapisan pada perbesaran X10.000 serta kandungan karbon yang besar pada sampel *graphene oxide* yaitu sebesar 94,03%. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya ikatan C-O, O-H, C=C, C-H dan C=O yang merupakan ciri utama *graphene oxide*. Pengujian yang dilakukan pada sampel *coating* GO kulit singkong menunjukkan rata-rata laju korosi terendah dialami oleh sampel *coating* 4gr GO kulit singkong yaitu 0,0313mmpy nilai ini jauh lebih rendah dari rata-rata laju korosi sampel tanpa *coating* yaitu 0,0863mmpy. Kemudian pengamatan pengaruh salinitas terhadap rata-rata laju korosi sampel menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar salinitas maka akan semakin tinggi laju korosi yang dialami oleh sampel, pada salinitas 3,2% rata-rata laju korosinya 0,0579mmpy, salinitas 3,5% rata-rata laju korosi menjadi 0,0633mmpy & salinitas 3,7% rata-rata laju korosi sebesar 0,0673mmpy.

**Kata Kunci** : *Coating*, salinitas, *graphene Oxide*, Kulit singkong, Korosi.

**CORROSION INHIBITION ANALYSIS ON OFFSHORE SURFACE  
FACILITY EQUIPMENT WITH CASSAVA SKIN GRAPHENE OXIDE  
COATING METHOD (MANIHOT ESCULENTA)**

**KHOMEDI RESIYANTO**  
**163210061**

**ABSTRACT**

*Offshore surface facilities have direct contact with seawater so it has the potential to experience corrosion. Sea water is oxidant so that when it meets the iron metal will accelerate the corrosion process in iron, therefore it is necessary to conduct research to overcome this problem. So in this study will test the rate of corrosion experienced by SS400 steel samples with coating using graphene oxide cassava skin. Graphene oxide from cassava skin is obtained by LPE method which is the process of sonication and centrifugation to obtain a single layer of graphene oxide. Sonication using sonicator with the addition of water deionized and surfactant LAS for 4 hours. The advantages of sonication methods are that the process is easy and inexpensive, the production of large amounts of graphene oxide and the production of small amounts of waste. Centrifugation is performed at a speed of 1000 RPM for 30 minutes. Coating process is done on 15 pieces of steel SS400 with dimensions of 25mm x 25mm x 5mm with deep coating method. Furthermore, SS400 steel soaking using water with salinity (3.2%, 3.5% & 3.7%) for 2 weeks and conducted corrosion rate test using weight loss method. SEM/EDX characterization shows that a layer has been formed at an magnification of X10,000 and a large carbon content in graphene oxide samples of 94.03%. The characterization of FTIR indicates the presence of C-O, O-H, C=C, C-H and C=O bonds which are the main characteristics of graphene oxide. Testing conducted on cassava skin GO coating samples showed the lowest average corrosion rate experienced by the 4gr GO coating sample of cassava skin which is 0.0313mmpy this value is much lower than the average corrosion rate of tanpa coating sample which is 0.0863mmpy. Then observation of the effect of salinity on the average corrosion rate of the sample showed that the higher the salinity level, the higher the corrosion rate experienced by the sample, the salinity of 3.2% the average corrosion rate was 0.0579mmpy, the salinity of 3.5% the average corrosion rate to 0.0633mmpy & salinity 3.7% the average corrosion rate of 0.0673mmpy.*

**Keywords:** *Coating, salinity, graphene Oxide, Cassava skin, Corrosion.*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Pemboran lepas pantai memiliki resiko yang lebih besar mengalami korosi, hal ini dikarenakan sebagian besar peralatan-peralatan yang ada pada anjungan lepas pantai terbuat dari bahan logam besi dan adanya kontak langsung antara logam besi dengan air laut. Kebanyakan korosi yang terjadi pada lingkungan laut bersifat elektrokimia, dimana air laut akan berperan sebagai elektrolit sedangkan anoda dan katoda terbentuk karena adanya *inhomogenitas*. *Inhomogenitas* yang dimaksudkan adalah ketidak murnian logam besi yang digunakan pada pemboran lepas pantai dimana logam ini mengandung campuran karbon ( C ) yang menyebar secara tidak merata. Akibatnya akan menimbulkan perbedaan potensial listrik statik antara atom logam besi (Fe) yang bertindak sebagai anoda dan atom C sebagai katoda. Oksigen yang larut dalam air akan tereduksi, sedangkan air laut yang bersifat konduktif akan menyebabkan perpindahan muatan listrik antara atom Fe dengan atom C akan lebih mudah sehingga mempercepat proses terjadinya korosi pada lingkungan *offshore* (Munasir & Yulie, 2009). Korosi akan menurunkan sifat-sifat mekanis yang dimiliki oleh sebuah logam dan akan menurunkan kualitas dari logam tersebut, dan jika dibiarkan hal ini akan beresiko besar bagi keselamatan para pekerja di anjungan lepas pantai.

*Graphene oxide* sudah mulai dilirik oleh peneliti pada beberapa tahun terakhir untuk diaplikasikan sebagai lapisan anti korrosi (Raza et al., 2016). *Graphene oxide* adalah material yang mengungkapkan sifat-sifat yang luar biasa diantaranya bersifat *hydrophobic*, *impermeable* dan memiliki kelembaman kimiawi yang baik sehingga *graphene oxide* sangatlah cocok untuk diaplikasikan sebagai material *coating* (Ollik & Lieder, 2020). *Graphene oxide* juga bersifat kedap air, kisi *graphene oxide* yang padat bertindak sebagai penghalang, bahkan memblokir atom helium sebagai atom terkecil (Kyhl et al., 2015). Saat dilihat tanpa menggunakan mikroskop lapisan spesiment mungkin akan terlihat halus dan rata namun jika dilihat dengan mikroskop maka akan terlihat bahwa spesiment memiliki permukaan yang tidak rata. *Graphene oxide* memiliki sifat yang fleksibel sehingga

dapat menyesuaikan bentuknya dengan kekasaran dan kelengkungan permukaan spesiment dan gaya *adhési* yang dihasilkan antara spesiment dengan material *coating* akan semakin besar (Ollik & Lieder, 2020).

Bahan utama dalam pembuatan *graphene oxide* adalah karbon, keberadaan karbon sangat melimpah di bumi. Karbon adalah unsur paling berlimpah ke-15 di kerak bumi dan ke-4 di alam semesta. Karbon terdapat pada semua jenis makhluk hidup (Siregar, Husnah, 2018). Hampir 60% karbon dapat terkandung dalam kulit singkong bagian dalam (Permatasari, Khasanah, & Widowati, 2014).

Penelitian yang akan dilakukan adalah pemanfaatan *graphene oxide* dari limbah kulit singkong sebagai bahan *pigment* dalam *coating* dengan menggunakan resin *epoxy* guna mengatasi korosi pada baja SS400 dengan dimensi 50mm x 50mm x 5mm yang disebabkan oleh air laut buatan dengan salinitas 3,2%, 3,5% & 3,7%. Baja SS400 dipilih sebagai sampel uji karena memiliki sifat ulet dan tangguh serta cenderung murah harganya namun kekurangannya yaitu tidak tahan korosi, baja ini merupakan jenis baja yang umum digunakan dalam bidang kontruksi bangunan lepas pantai, kontruksi lambung kapal, jembatan dan *oil tank* (Julian, 2019).

## 1.2. Tujuan Penelitian

Adapun dilakukannya penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis laju korosi baja SS400 yang telah *dicoating* menggunakan GO kulit singkong berdasarkan konsentrasi GO dalam *Epoxy*.
2. Manganalisis laju korosi baja SS400 yang telah *dicoating* menggunakan GO kulit singkong berdasarkan salinitasnya.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini peneliti berharap agar penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Referensi ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang terutama dalam bidang mengatasi korosi.
2. Diharapkan dapat diterapkan dalam berbagai bidang industri migas, terutama dalam studi usaha penghambatan laju korosi.
3. Dapat menambah nilai guna dan nilai keekonomian dari limbah kulit singkong.

#### 1.4. Batasan Masalah

Agar penelitaian ini lebih efektif maka kami membatasi ruang lingkup pembahasan yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan berfokus kepada pencegahan korosi dengan metode *coating graphene oxide* yang disebabkan oleh air laut buatan pada *surface facilities offshore*.
2. Konsentrasi GO dalam *Epoxy* yang digunakan dalam penelitian adalah 1gr:100ml, 2gr:100ml, 3gr:100ml & 4gr:100ml.
3. Salinitas yang digunakan dalam uji korosi adalah sebesar 3,2%, 3,5% & 3,7%.
4. Campuran *graphene oxide* kulit singkong dan larutan *epoxy* dianggap homogen.
5. Bahan pembuatan *graphene oxide* adalah kulit singkong bagian dalam.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bukti tentang kebenaran al Qur'an tidak terbantahkan lagi, salah satunya adalah bukti kebenaran ayat ke-25 surah Al-Hadid [57].

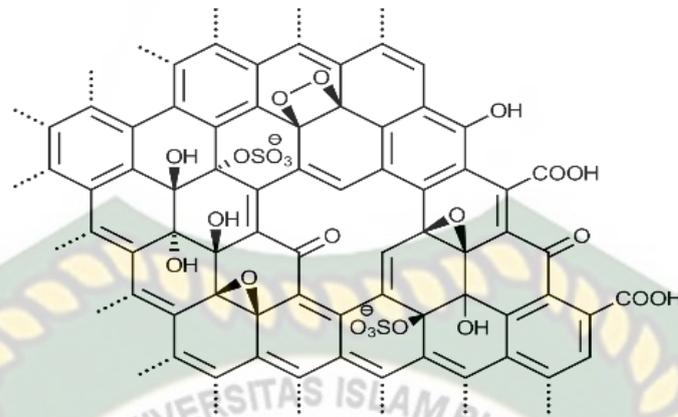
Artinya: “Dan kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat, Maha Perkasa.”

Dari ayat tersebut dapat diketahui bahwa besi memiliki kekuatan dan manfaat yang luar biasa bagi kehidupan manusia, namun dalam penerapannya ternyata besi juga memiliki kelemahan, salah satunya adalah sifatnya yang mudah terkorosi (Sudiarti, Delilah, & Aziz, 2018). Oleh karena itu agar dapat dimanfaatkan secara maksimal khususnya dalam industri migas maka perlu dilakukan penanganan terhadap sifat korosif yang dimiliki oleh logam besi tersebut.

### 2.1. *Graphene Oxide*

Singkong (*Manihot Utilissima Pohl*) adalah salah satu sumber karbohidrat lokal yang menempati urutan ketiga terbesar di Indonesia (Harahap, Hadinatan, Hartanto, & Surya, 2015). Riau sendiri memiliki produksi sebesar 103 599 ton ubi kayu pada tahun 2015 (BPS, 2015). Limbah kulit singkong yang dihasilkan dari proses pengolahan umbi singkong masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Limbah kulit singkong hanya digunakan sebagai pakan ternak dan selebihnya akan dibuang karena limbah ini mengandung *Cyanogenic glucosides* yang apabila dikonsumsi dalam jumlah yang besar oleh ternak maka akan meracuni hewan ternak tersebut (Ikawati & Melati, 2010). Limbah kulit singkong memiliki potensi yang besar untuk dijadikan karbon aktif. Karbon aktif merupakan bahan utama yang diperlukan dalam pembuatan *graphene oxide* (Siregar, Husnah, 2018).

*Graphene oxide* adalah lapisan yang kuat terdiri dari susunan atom karbon yang saling berikatan membentuk matriks sarang lebah yang berbentuk *heksagonal*. Lebih detail lagi, *graphene* adalah allotrop karbon yang tersusun dengan orbital SP<sup>3</sup> yang memiliki jarak antar atom yang sangat kecil (0.142 nm) (Zaki, 2016).



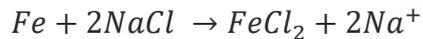
**Gambar 2.1.** Struktur *graphene oxide* (Roberts et al., 2010)

Terdapat beberapa metode dengan kekurangan dan kelebihan yang dapat digunakan untuk mensintesis *graphene oxide*. Metode *chemical vapour deposition* (CVD) dapat menghasilkan *graphene oxide* yang memiliki kualitas dan kemurnian yang tinggi, namun kekurangan dari metode ini adalah biaya produksi yang mahal dan sulit untuk memproduksi *graphene oxide* dalam jumlah besar. Metode *Hummers* menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  untuk menghasilkan *graphene oxide* merupakan metode yang sederhana, senyawa kimianya mudah ditemukan dan dapat menghasilkan *graphene oxide* dalam jumlah besar namun menghasilkan limbah kimia yang berbahaya seperti asam kuat dan memiliki kemurnian *graphene oxide* yang rendah. Metode sonikasi menggunakan bantuan gelombang ultrasonik untuk mengelupas lapisan grafit di dalam air. Kelebihan dari metode ini adalah proses yang mudah, murah karena bisa menggunakan air, menghasilkan limbah yang sedikit dan dapat memproduksi *graphene oxide* dalam jumlah besar. Kekurangan metode ini adalah menghasilkan suara bising pada saat produksi dan *graphene oxide* yang dihasilkan memiliki kemurnian yang rendah (Honorisal, Huda, Partuti, & Sholehah, 2020). Ada banyak aplikasi dalam berbagai industri yang dapat diterapkan dengan menggunakan *graphene oxide*, salah satunya adalah pencegahan korosi (Ollik & Lieder, 2020).

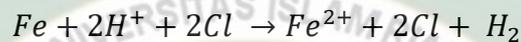
## 2.2. Korosi

Korosi merupakan salah satu permasalahan yang sangat umum di hadapi dalam berbagai industri salah satunya lingkungan perminyakan, resiko terjadinya korosi akan semakin bertambah ketika lingkungan yang dihadapi adalah lingkungan

*offshore* (Utomo, 2009). Air laut yang mengandung garam akan mengoksidasi logam besi seperti ditunjukkan pada reaksi berikut ini:



Dari persamaan diatas terlihat bahwa reaksi yang dihasilkan adalah logam besi bereaksi menghasilkan fero klorida, dan pada keadaan ini besi akan terkorosi. Selain itu pada air laut juga biasanya terdapat ion-ion klorida, sehingga reaksi yang akan terjadi adalah sebagai berikut.



Pada persamaan ini logam besi mengalami oksidasi sedangkan ion mengalami reduksi. Pada persamaan tersebut ion klorida tidak mengambil bagian secara langsung dalam reaksi, karena telah terjadi kesetimbangan antara ruas kiri dan kanan. Adapun peran klorida dalam reaksi ini adalah sebagai katalis sehingga terjadinya reaksi korosi akan semakin cepat. Pelapisan permukaan logam (*coating*) agar terpisah dari medium korosif merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperlambat besarnya laju korosi (Gusti, 2008).

*Coating* adalah penghalang/penghambat korosi antara logam yang mendasari dan lingkungan korosif. *Coating* menjaga ketahanan struktur dan memberikan ketahanan terhadap cuaca, kelembaban, abrasi, ketahanan kimia dan penampilan estetika. Efisiensi *Coating* tergantung pada sifat mekanik sistem pelapisan, jenis dan konsentrasi inhibitor *tersuspensi*, *adhesi* lapisan ke logam di bawahnya, dan aditif lain yang menghambat korosi substrat. Formulasi *coating* biasanya mengandung solvent, resin (binder), *pigment*, filler, dan *additive*. Ketika diaplikasikan pada logam di bawahnya, mereka memberikan lapisan homogen yang berkelanjutan yang mencegah retak dan kerusakan struktur. *Coating* harus memiliki sifat permeabilitas yang rendah, stabilitas korosi yang baik, dan penampilan dalam jangka waktu yang lama (Popov, 2015).

### 2.3.State Of The Art

Penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan adalah metode penekanan laju korosi pada logam dengan cara melapisi logam (*coating*) tersebut menggunakan *graphene oxide* dari kulit singkong.

Dalam table *state of the art* penulis mengambil beberapa contoh hasil penelitian

yang telah dilakukan terdahulu, dimana dalam penelitiannya menggunakan konsep yang hampir sejalan dengan penelitian ini dan akan digunakan sebagai panduan ataupun contoh untuk penelitian yang dilakukan.

**Table 2. 1. State of The Art**

No	Judul, Penulis & Tahun	Metode dan Bahan	Hasil Penelitian
1	Efektifitas Kitosan Sebagai Pelapis ( <i>coating</i> ) Korosi pada Logam Zn, Fe, Al dalam Media HCl dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Maria Erna, Susilawati, Roza Linda, 2017)	Melapisi logam Zn, Fe & Al dengan kitosan dari cangkang udang. Bahan yang digunakan adalah cangkang udang.	Efektifitas inhibisi korosi larutan kitosan optimum terjadi pada logam Fe dalam media HCl 2M dengan waktu perendaman 3 hari yaitu sebesar 70,83%. Untuk efektifitas inhibisi korosi optimum logam Al terjadi dalam media H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yaitu mencapai 57,57% dengan waktu perendama 2 hari dan konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2M.
2	Pengaruh Variasi Rasio Zinc – <i>graphite</i> Sebagai <i>Pigment</i> Pelapisan <i>Epoxy</i> pada Baja ASTM A36 Terhadap Ketahanan <i>Fouling</i> di Lingkungan <i>Geothermal</i> (Fariz	<i>Organic coating</i> untuk mengatasi permasalahan kerak pada substrat baja karbon ASTM A36. Bahan penelitian: <i>Epoxy</i> (Jotun), Thinner jotun No.17 dan No.10, & Zinc:gafit.	Zinc dalam zinc – <i>graphite pigment</i> pada lapisan <i>coating</i> dapat meningkatkan daya lekat <i>coating</i> , menurunkan kekuatan tekuk pada lapisan <i>coating</i> jika dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan <i>pigment</i> , meningkatkan ketahanan

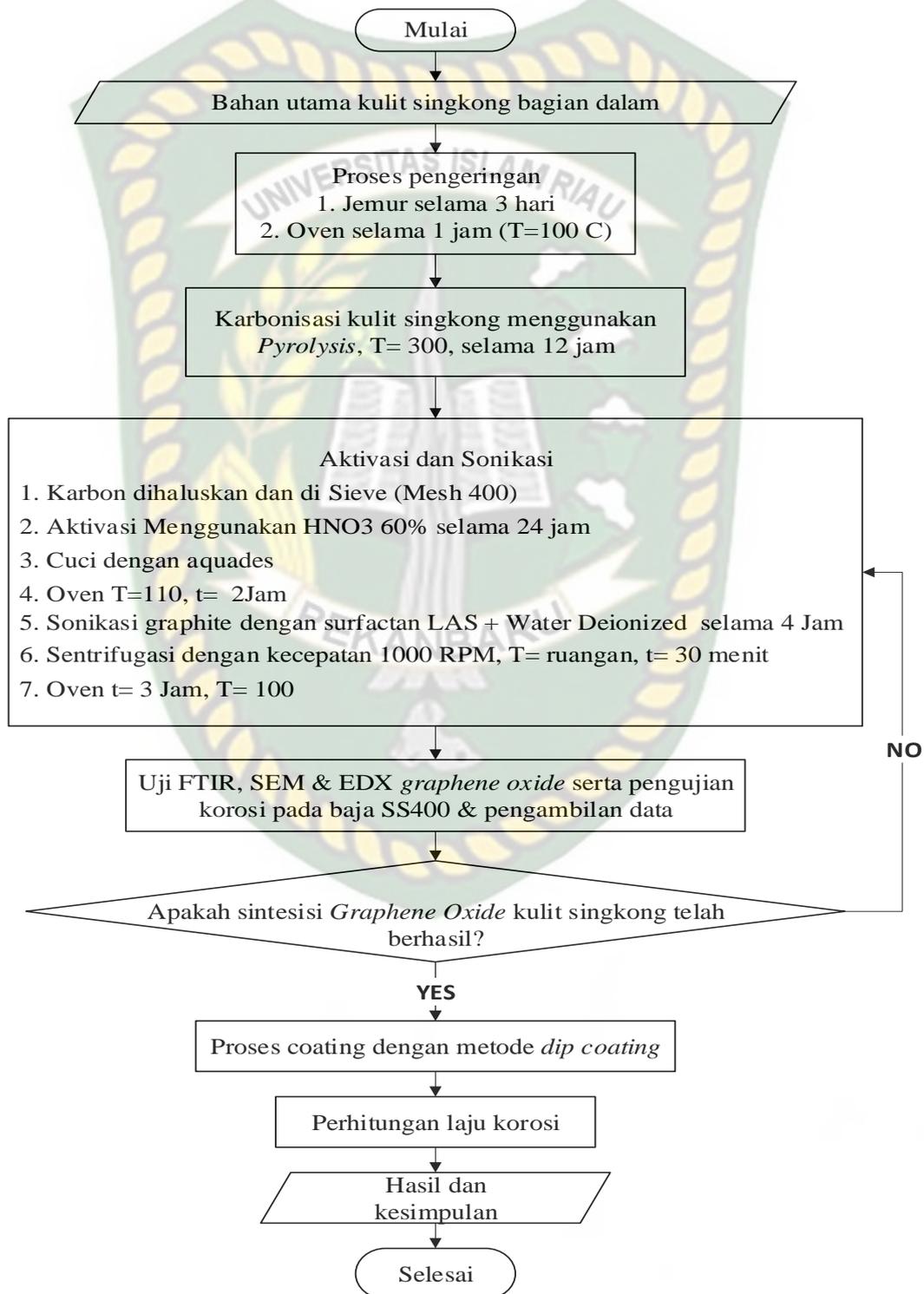
	Riza Prayoga, 2018)		abrasi, meningkatkan ketahanan korosi, dan meningkatkan ketahanan <i>thermal</i> dari lapisan <i>coating</i> dengan penambahan <i>pigment zinc:grafit</i> .
3	Karakterisasi Material Campuran SiO <sub>2</sub> dan Getah Flamboyan ( <i>Deloxin regia</i> ) Sebagai Material <i>Coating</i> Pencegah Korosi Pada Baja. (Agus Rochmat, Bima Putra, Ela Nuryani, 2016)	Melakukan <i>coating</i> pada material baja dengan metode <i>dip coating</i> dengan bahan silika yang berasal dari <i>waterglass</i> yang dipadukan dengan getah flamboyan. Bahan penelitian: Getah pohon flamboyan dan <i>waterglass</i>	Pengaruh asam, basa dan garam meningkatkan laju korosi. Laju korosi terbesar terjadi pada larutan asam sulfat dengan nilai 0,00348 gr/cm <sup>2</sup> .jam. pada uji lingkungan diperoleh laju korosi 1.6E-05 gr/cm <sup>2</sup> .jam atau 0,179mm/tahun.
4	Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan <i>Coating</i> . (Afandi, Arief, & Amiadji, 2015)	Melakukan <i>coating</i> dengan variasi ketebalan yang berbeda. Uji korosi dilakukan dengan sel 3 elektroda yang tersambung dengan peralatan potensiostat Autolab PGSTAT128N. Bahan Penelitian:	<i>Spesiment</i> dengan ketebalan <i>coating</i> 643µm pada cat <i>epoxy</i> memberikan perlindungan paling baik terhadap korosi. Semakin tebal lapisan suatu <i>coating</i> tidak menjadi jaminan <i>coating</i> tersebut melindungi dengan lebih baik. <i>Coating</i> yang tebal

		Cat dengan bahan dasar <i>epoxy</i> dan <i>alkyd</i> .	memiliki resiko yang lebih besar seperti resiko berkurangnya fleksibilitas, terjadinya pengerutan atau pengeringan yang tidak sempurna.
5	Proteksi Korosi Pipa Baja Karbon Penyalur Migas Di Lingkungan Garam Menggunakan <i>Polimer Hybrid</i> Berbasis <i>Monomer Glymo</i> (Melati, Hidayat, Syakir, Fitrilawati, 2011)	Membuat <i>prekursor polymer hybrid</i> , pelapisan polimer hibrid pada permukaan baja karbon API 5L X65 dan pengujian korosi dengan menggunakan potensiostat dan pengukuran morfologi dengan menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).	<i>Polymer hybrid</i> yang dibuat tampak bening transparan namun hasil SEM tampak beberapa lubang kecil pada permukaan lapisan <i>polymer hybrid</i> . Diketahui baja karbon yang dilapisi <i>polymer hybrid</i> memiliki ketahanan korosi yang semakin tinggi, dan semakin tebal lapisan <i>polymer hybrid</i> pada baja karbon maka ketahanan korosi juga semakin baik.

Dari kelima penelitian penghambatan korosi dengan *coating* yang telah dilakukan, diketahui bahwa belum terdapat penelitian yang menggunakan *graphene oxide* kulit singkong sebagai *coating* untuk mencegah korosi. *Graphene oxide* berpotensi untuk dijadikan bahan *coating* dikarenakan memiliki sifat-sifat yang luar biasa diantaranya bersifat *hydrophobic*, *impermeable*, kedap air dan memiliki kelembaman kimiawi yang baik.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Flowchart Penelitian



### 3.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

### 3.3. Metode Penelitian

#### 3.3.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Oven

Oven digunakan untuk mereduksi kandungan air yang terdapat didalam kulit singkong



**Gambar 3. 1. Oven**

2. Pirolisator

Digunakan untuk melakukan pirolisis terhadap kulit singkong



**Gambar 3. 2. Pirolisator**

3. Sieve 400 mesh

Digunakan untuk memisahkan kulit singkong yang telah di pirolisis sehingga didapat sampel yang halus



**Gambar 3. 3. Sieve**

4. Timbangan digital  
Digunakan untuk menimbang berat sample



**Gambar 3. 4. Timbangan digital**

5. Alat Sonikasi  
Digunakan sebagai pemecah lapisan *graphite* yang satu dengan yang lainnya.



**Gambar 3. 5 Sonikator**

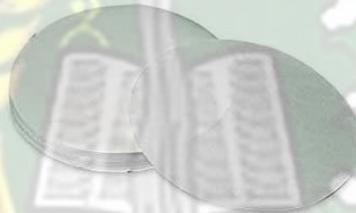
6. Sentrifugal BS & W  
Digunakan untuk mengelupas lapisan *graphite* serta memisahkan antara zat padat dan *liquid*.



**Gambar 3. 6.** Sentrifugal BS & W

7. *Filter paper*

Digunakan untuk menyaring sample *graphene oxide* kulit singkong.



**Gambar 3. 7.** *Filter paper*

8. Blender

Digunakan untuk mereduksi ukuran sample sehingga dapat diayak dengan menggunakan *sieve*.

9. Amplas (grid 60, 120, 360, 1000)

Digunakan untuk membersihkan permukaan aja SS400 serta menciptakan profil pada permukaan spesiment.

10. Gelas ukur

Digunakan untuk mengukur volume *epoxy* yang akan digunakan serta digunakan dalam pembuatan larutan NaCl.

11. Gerinda

Digunakan sebagai alat pemotong baja SS400.

### 3.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas :

- a) Kulit singkong bagian dalam

- b) HNO<sub>3</sub> 60%
- c) NaCl
- d) Aquades
- e) Epoxy
- f) Baja SS400
- g) Surfactan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS).
- h) *Water Deionized*

### 3.4. Prosedur Penelitian

#### 3.4.1. Prosedur Pembuatan *graphite*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan *graphite* adalah sebagai berikut:

1. Mencuci bersih bagian kulit singkong yang berwarna putih hingga terpisah dari material pengotor, lalu potong kulit singkong hingga berukuran kecil.
2. Lakukan penjemuran dibawah sinar matahari selama 3 hari.
3. Oven kulit singkong selama 15 menit dengan suhu 110°C.
4. Lakukan pirolisis dengan suhu 300°C selama 12 jam.
5. *Reduksi* ukuran sample dengan menggunakan blender hingga halus.
6. Ayak dengan sieve ukuran 400 ASTM.
7. Rendam *graphite* dalam larutan HNO<sub>3</sub> 60% dengan perbandingan 1:10 selama 24 jam (Abu, Diah, & Hariyati, 2015) .
8. Tiriskan dengan filter paper dan cuci dengan *aquades*.
9. Oven dengan suhu 110°C dalam waktu 2 jam.

#### 3.4.2. Pembuatan *graphene Oxide*

Metode yang digunakan untuk memecah *graphite* menjadi GO adalah metode LPE (*Liquid Phase Eksfoliation*) yaitu dengan memecah lapisan-lapisan *graphite* dengan proses sonikasi dan sentrifugasi (Syakir, Nurlina, Anam, Aprilia, & Hidayat, 2015). Berikut adalah prosedur yang dilakukan pada tahap sonikasi dan sentrifugasi:

1. Tambahkan 15(gram) graphite kedalam 500 mL campuran surfactant LAS + *Water Deionized* dengan perbandingan 4:6.
2. Lakukan sonikasi selama 60 menit (mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh (Honorisal et al., 2020)).
3. Sampel di sentrifugasi dengan speed 1000 RPM selama 30 menit.
4. Karakterisasi sample *graphene* menggunakan SEM untuk melihat bentuk morfologi *graphene*.
5. Untuk mengetahui komposisi *graphene oxide* yang tercipta maka dilakukan uji EDX.
6. untuk menentukan ikatan molekul kimia dari senyawa organik dan anorganik maka dilakukan uji FTIR.

### 3.4.3. Preparasi Spesimen Uji

Dalam penelitian ini substrat sebagai spesiment uji yang digunakan adalah baja SS400, baja di potong menjadi bentuk dimensi 50 x 50 x 5 mm sebanyak 12 buah spesiment. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan gerinda. Selanjutnya melakukan proses *blasting* pada spesiment uji, proses ini memiliki tujuan untuk membersihkan permukaan spesiment dari karat, kotoran, *scale* serta menciptakan profil pada material sehingga meningkatkan gaya *adhesi* antara spesiment dan cat.

### 3.4.4. Coating baja

*Coating* dilakukan dengan metode *deep coating*, larutan *coating* di siapkan dengan percampuran *epoxy* dan *graphene oxide*. Berikut adalah tabel rancangan penelitian yang akan dilakukan:

**Tabel 3. 1.** Rancangan Penelitian

Rasio Coating <i>GO : Epoxy</i>	Laju Korosi								
	Larutan NaCl (3,2%)			Larutan NaCl (3,5%)			Larutan NaCl (3,7%)		
	W1 (gr)	W2 (gr)	CR (mm/year)	W1 (gr)	W2 (gr)	CR (mm/year)	W1 (gr)	W2 (gr)	CR (mm/year)
0 : 0									
1 : 100									
2 : 100									

3 : 100									
4 : 100									

Resin *epoxy* dipilih karena memiliki kekuatan rekat yang tinggi dan tahan terhadap degradasi lingkungan maupun degradasi air oleh karena itu resin ini banyak digunakan pada industri pesawat terbang atau kapal sebagai pelapis bodi (Djafar, Rochardjo, & Sutapa, 2014). Selanjutnya *coating* dilakukan dengan cara *dip coating* sebanyak tiga kali pencelupan, kemudian jemur spesiment hingga kering. Setelah kering lakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan digital (Rochmat & Pramudita, 2017) Catat berat spesiment sebagai (W1).

#### 3.4.5. Proses Uji Laju korosi

Sampel yang telah dilakukan *coating* kemudian dilakukan uji korosi dengan cara merendam sampel uji pada larutan NaCl selama 14 x 24 jam. Pengujian dilakukan dalam larutan natrium klorida 3,2% (3,2 gr NaCl ditambahkan dalam 100 mL aquades), 3,5% (3,5 gr NaCl ditambahkan dalam 100 mL *aquades*) & 3,7% (3,7gr NaCl ditambahkan dalam 100 mL *aquades*) (Jamali, 2013). Kemudian bersihkan spesiment dengan menggunakan *aquades* lalu ditimbang massa akhirnya dan mencatatnya sebagai (W2).

Uji Laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan massa, besarnya massa yang hilang dapat di tentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rizki, Sanjaya, & Sugiarti, 2018):

$$\Delta m = \text{massa awal (W1)} - \text{massa akhir (W2)}$$

Kemudian laju korosi yang dialami spesimen dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Rizki et al., 2018):

$$CR = \frac{8,75 \times 10^4 \times \Delta m}{A \times t \times \rho}$$

Dimana:

CR = Corrosion Rate (mm/year)

$\Delta m$  = Besar massa yang hilang (gr)

A = Luas permukaan spesimen (cm<sup>2</sup>)

t = Durasi pengujian korosi (jam)

$\rho$  = Massa jenis sample ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

Selanjutnya keefektifan GO kulit singkong sebagai pelapis anti korosi pada logam dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini (Bardal, 2007)

$$E(\%) = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100$$

Dimana :

E = Efisiensi inhibisi korosi

$r_1$  = Laju korosi tanpa *coating*

$r_2$  = Laju korosi dengan menggunakan *coating*

### 3.5. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 bulan dimulai dari Februari 2021 sampai Juli 2021, dengan rincian sebagai berikut:

**Tabel 3. 2.** Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan Feb 2021 – Jul 2021					
		Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1.	Studi literatur						
2.	Membuat proposal penelitian						
3.	Seminar proposal						
4.	Membuat sample <i>Gaphene Oxide</i>						
5.	Uji SEM/EDX & FTIR						
6.	Proses <i>coating</i>						
7.	Uji korosi & pengumpulan data						
8.	Membuat Laporan TA						
9.	sidang TA						

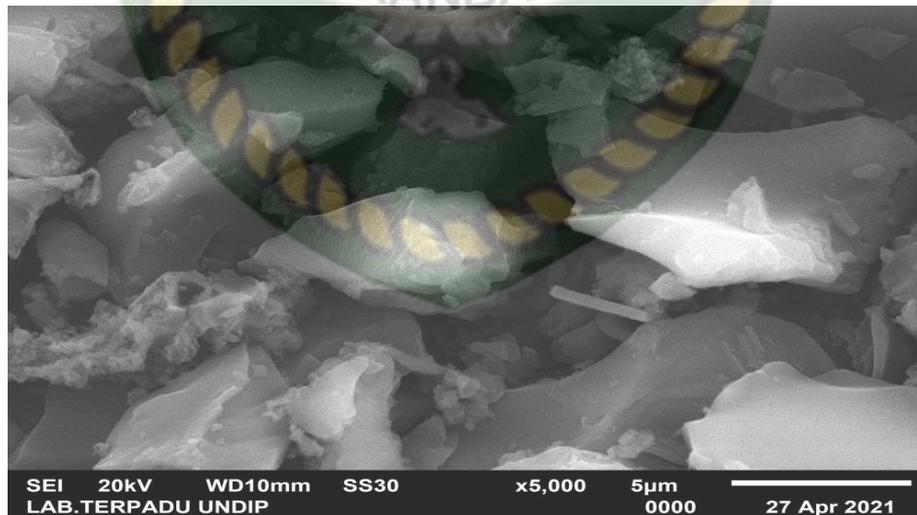
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan berisi tiga buah sub bab dimana sub bab pertama akan berisi penjelasan mengenai analisis sintesis GO kulit singkong berdasarkan morfologi dan unsur serta ikatan gugus fungsi. kemudian sub bab kedua akan menjabarkan tentang analisis laju korosi baja SS400 berdasarkan konsentrasi *coating* GO dalam *epoxy* serta hasil analisis morfologi dari permukaan sampel yang *dicoating* dengan GO kulit singkong dan sub bab terakhir akan berisi analisis pengaruh salinitas terhadap laju korosi *coating* GO kulit singkong

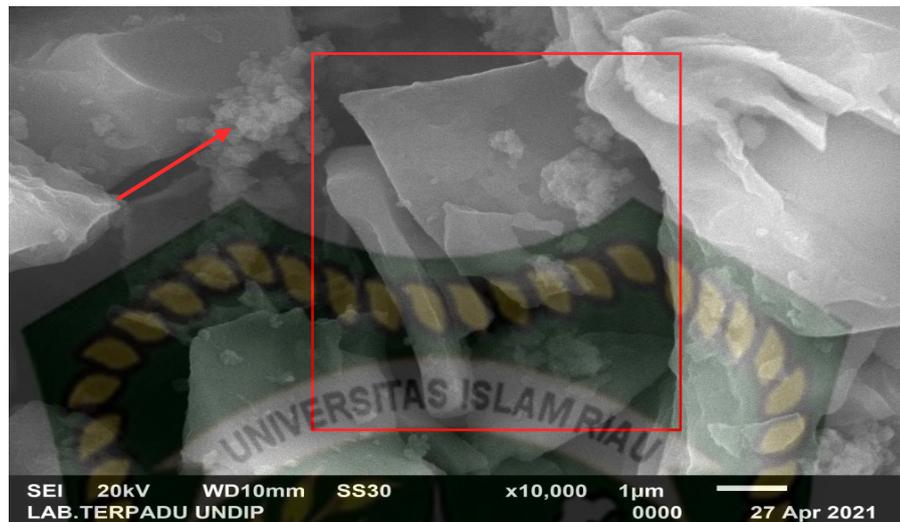
### 4.1. Analisis GO Kulit Singkong Berdasarkan Morfologi, Unsur dan Gugus Fungsi.

Sub bab ini akan menjabarkan hasil karakterisasi sintesis GO kulit singkong menggunakan uji SEM untuk melihat morfologi permukaannya dan uji EDX untuk memberikan identifikasi unsur dan informasi komposisi yang terkandung dalam GO kulit singkong serta uji FTIR untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik.

#### 4.1.1. Analisis Morfologi Permukaan GO Kulit Singkong



(a)

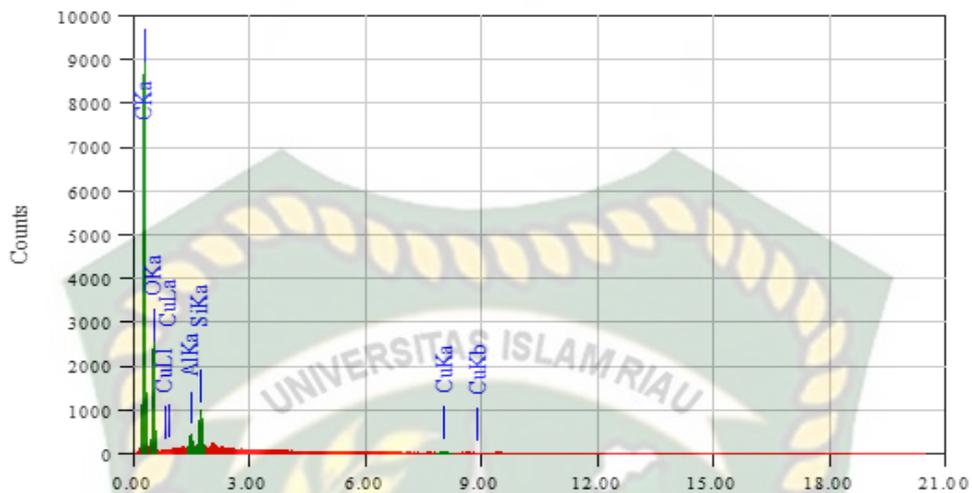


(b)

**Gambar 4. 1.** Hasil pengamatan morfologi permukaan sampel GO kulit singkong menggunakan uji SEM. (a)Pengujian dengan perbesaran 5000X, (b)Pengujian dengan perbesaran 10.000X

Pada proses sintesis GO digunakan metode LPE (*Liquid Phase Eksfoliation*) untuk mengelupas dan memisahkan *graphite* yang masih memiliki banyak lapisan sehingga di dapatkan satu buah lapisan GO, maka digunakan proses sonikasi dan juga sentrifugasi guna memisahkan antara lapisan. Gambar (a) adalah perbesaran SEM 5000X dimana pada nilai perbesaran ini lapisan yang terbentuk belum dapat terlihat oleh alat, maka untuk itu perlu dilakukan penambahan skala pada uji SEM yang dilakukan. Gambar (b) adalah perbesaran SEM 10.000X, pada perbesaran ini lapisan GO sudah mulai terlihat. Pada gambar (b) terlihat bahwa lapisan yang diinginkan dalam sintesis GO ini telah terbentuk (lihat pada kotak merah) sehingga dapat disimpulkan bahwa proses sonikasi dan sentrifugasi yang dilakukan guna memisahkan lapisan-lapisan ini telah berhasil. Selain itu terdapat object-object kecil pada gambar hasil SEM 10.000X (panah merah) yang berada pada sekitar GO kemungkinan ini adalah zat-zat pengotor yang ikut terbawa dalam sampel. Selain itu keberhasilan sintesis GO kulit singkong juga dapat dilihat dari hasil data kuantitative pada uji EDX berikut ini:

#### 4.1.2. Analisis Unsur GO Kulit Singkong



**Gambar 4. 2.** Grafik Hasil Pengujian EDX GO Kulit Singkong

**Tabel 4. 1.** Data Persentase Massa GO Kulit Singkong

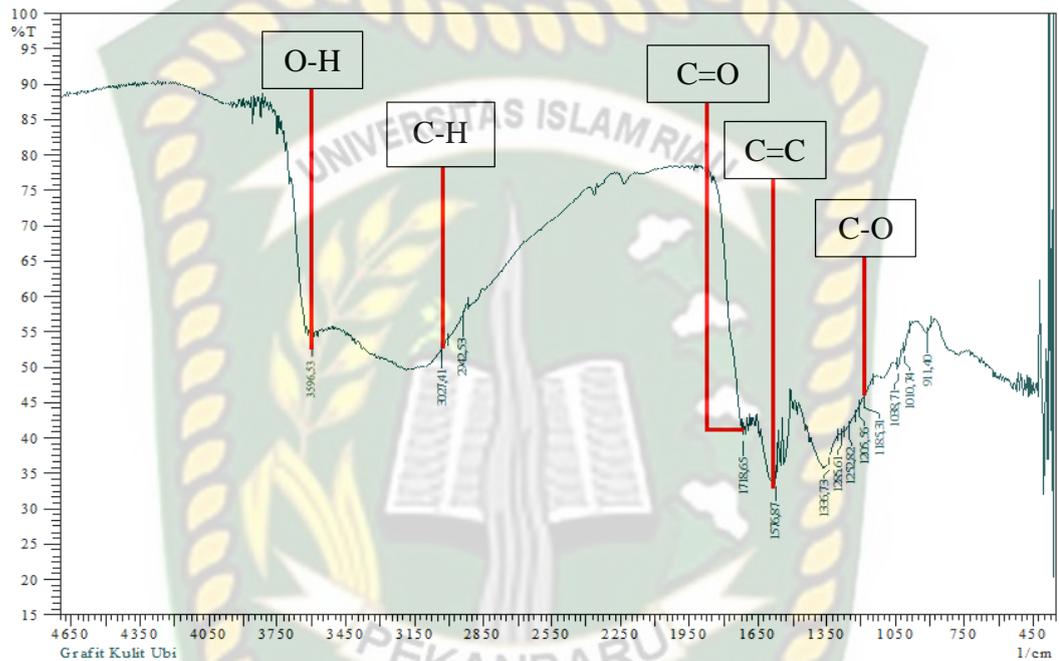
No	Kandungan Unsur	Mass (%)
1	Carbon (C)	94,03
2	Oksigen (O)	2,75
3	Aluminium (Al)	0,57
4	Silikon (Si)	1,78
5	Tembaga (Cu)	0,87

Tabel 4.1 merupakan representasi dari gambar 4.2, dari hasil uji EDX unsur yang terkandung pada sampel GO yaitu sebesar 94,03% karbon (C) dan kandungan oksigen (O) sebesar 2,75% serta kandungan zat pengotor seperti Aluminium(Al) 0,57%, Silikon(Si) 1,78% & Tembaga (Cu) 0,87%. Kandungan oksigen yang cenderung sedikit dan kandungan karbon yang besar yang terkandung dalam sampel GO kulit singkong, menjadikan sampel ini sudah dapat dikatakan mendekati bentuk *Reduced Graphene Oxide* dan dapat menjadi prekursor yang menjanjikan untuk produksi *Reduced Graphene Oxide* (rGO) kedepannya.

#### 4.1.3. Analisis Ikatan Molekul Pada GO Kulit Singkong

Secara sederhana prinsip kerja dari FTIR yaitu dengan cara menembakkan

sinar infra merah untuk melewati sampel melalui celah, kemudian sebagian sinar ini akan diserap dan sebagian lainnya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel. Sinar yang ditransmisikan akan sampai dan ditangkap oleh *detector* sehingga intensitas sinar yang ditransmisikan ini dapat terukur dan dikirimkan ke perangkat komputer untuk direkam dalam bentuk puncak-puncak (*peak*).



**Gambar 4. 3.** Hasil karakterisasi FTIR GO kulit singkong

Gambar 4.3 adalah hasil karakterisasi FTIR sampel GO kulit singkong yang dilakukan di Laboratorium Universitas Riau. Dapat dilihat bahwa terdapat ikatan molekul C-O, C-H, O-H, C=O dan C=C, dimana kelima ikatan ini merupakan syarat untuk suatu sampel dapat dikatakan teridentifikasi sebagai GO (Putra, Pradana, Soenaryo, Baqiya, & Darminto, 2018). Ikatan molekul C=C sebagai ikatan utama teridentifikasi pada *peak*  $1576,87\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas sebesar 33,86%, untuk ikatan molekul C-O teridentifikasi pada *peak*  $1185,31\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas sebesar 45,88%, ikatan molekul C-H dapat teridentifikasi pada *peak*  $3027,41\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas 52,77%, sedangkan ikatan molekul O-H teridentifikasi pada *peak*  $3596,53\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas sebesar 55,28%, ikatan molekul C=O teridentifikasi pada *peak*  $1718,65\text{cm}^{-1}$  intensitasnya sebesar 40,26%.

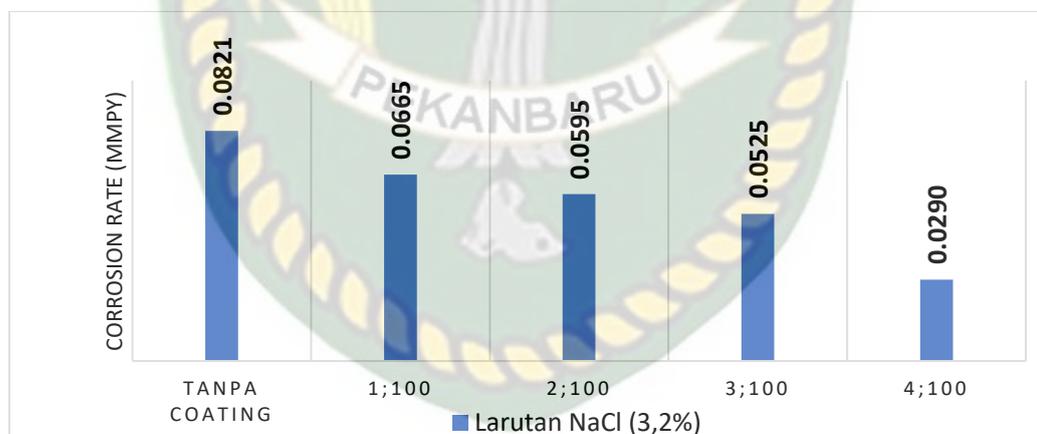
Dengan kandungan karbon yang besar dibuktikan dengan uji EDX, telah

terbentuknya lapisan satu lapisan GO pada uji SEM serta teridentifikasinya ikatan molekul C-O, C-H, O-H, C=O dan C=C maka hal ini membuktikan bahwa sintesis GO kulit singkong yang dilakukan dalam penelitian ini telah berhasil.

Setelah produk GO kulit singkong diperoleh, selanjutnya GO kulit singkong tersebut digunakan sebagai bahan *coating* dan dilakukan uji korosi. Sub bab selanjutnya akan berisi mengenai analisis laju korosi pada sampel baja SS400 beserta hasil pengamatan morfologinya. Gambar sampel yang akan ditampilkan merupakan hasil yang didapat dengan menggunakan triple kamera belakang handphone (13MP+2MP+2MP).

#### 4.2. Analisis Laju Korosi Baja SS400 Berdasarkan Konsentrasi GO dalam Epoxy

Untuk memudahkan dalam melakukan analisis laju korosi baja SS400 berdasarkan konsentrasi GO dalam *epoxy* yang direndam dalam larutan NaCl, maka akan digunakan grafik laju korosi yang dibuat dengan perhitungan pada aplikasi Microsoft Excel.



**Gambar 4. 4.** Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,2%.

Gambar 4.4 merupakan grafik laju korosi pada sampel baja SS400 yang telah *dicoating* dengan GO kulit singkong dan direndam dalam larutan 3,2% NaCl. Dari grafik diketahui bahwa dalam larutan 3,2% NaCl laju korosi tertinggi dialami oleh sampel tanpa *coating* GO kulit singkong yaitu 0,0821mmpy, laju korosi pada sampel dengan konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy* yaitu 0,0665mmpy, pada konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosi menjadi 0,0595mmpy selanjutnya pada konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epox*, laju korosinya menurun

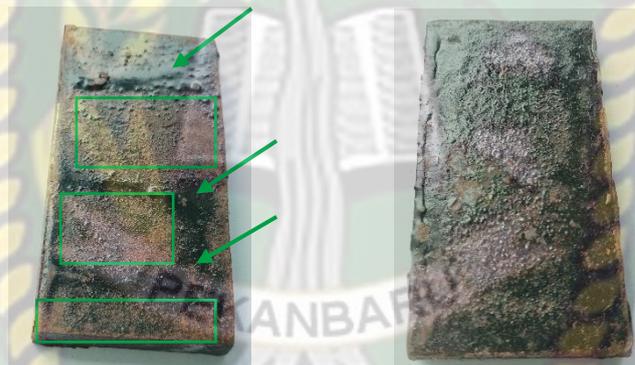
menjadi 0,0525mmpy dan laju korosi semakin menurun saat konsentrasi 4gr GO dalam 100ml epoxy yaitu menjadi 0,0290mmpy.



A. Morfologi permukaan sampel tanpa *coating*

B. Morfologi permukaan sampel *coating* 1gr GO dalam 100ml epoxy

C. Morfologi permukaan sampel *coating* 2gr GO dalam 100ml epoxy



D. Morfologi permukaan sampel *coating* 3gr GO dalam 100ml epoxy

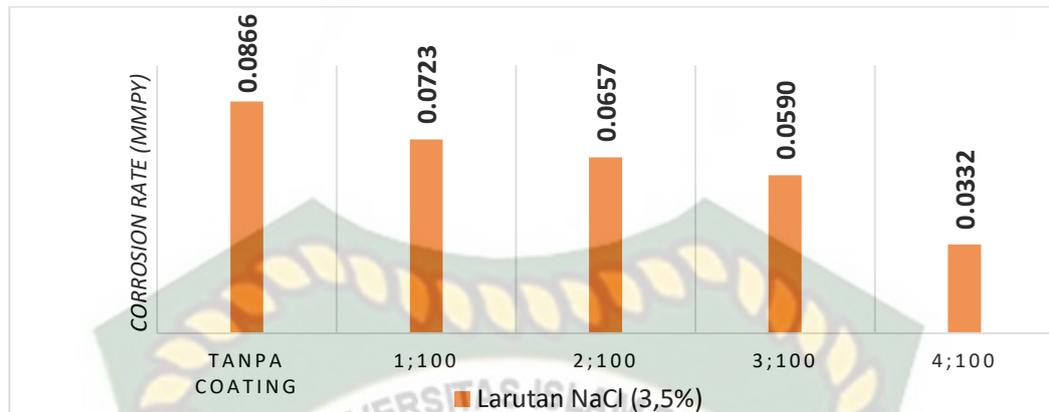
E. Morfologi permukaan sampel *coating* 4gr GO dalam 100ml epoxy

**Gambar 4. 5.** Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,2% NaCl

Gambar 4.5 adalah gambar morfologi permukaan sampel yang telah di *coating* GO kulit singkong pada larutan 3,2% NaCl. Pada sampel tanpa *coating* terlihat banyak terjadi korosi di permukaan sampel (kotak merah), selain itu pada sisi bagian bawah dan samping sampel (panah merah) korosi juga terjadi namun tidak seburuk yang dialami bagian atas sampel. Kemungkinan hal ini disebabkan karena pada bagian atas sampel selain kontak dengan larutan NaCl juga terdapat kontak lebih banyak dengan udara yang mengandung oksigen ( $O_2$ ), dimana korosi sendiri merupakan proses oksidasi yang tentunya terdapat unsur  $O_2$  didalam reaksinya, dan reaksi korosi ini akan semakin cepat terjadi jika terdapat katalis

didalamnya yang dalam hal ini NaCl lah yang bertindak sebagai katalisis. Pada gambar B sampel dengan konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy*, terlihat korosi juga masih banyak menyerang pada permukaan sampel, korosi lebih banyak menyerang pada bagian bawah sampel dan pojok kanan atas sampel (lihat kotak biru), namun meskipun begitu bagian yang tidak terdampak korosi masih terlihat berwarna silver (lihat panah biru) ini berarti lapisan *coating* yang terbentuk pada sampel B ini masih sangat tipis. Gambar C yaitu morfologi permukaan sampel dengan konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy*, terlihat bahwa korosi menyerang pada tepi kiri permukaan sampel (lihat kotak berwarna kuning), dan pada bagian kanan warna hitam lebih dominan. Warna hitam ini merupakan merupakan warna dari GO kulit singkong itu sendiri, ini berarti *coating* yang terbentuk pada sampel pada gambar C tidak setipis sampel *coating* yang terbentuk pada sampel gambar B. Pada gambar D terdapat perbedaan ketebalan *coating* yang sangat jelas pada permukaan sampel, daerah yang memiliki *coating* yang tebal ditandai dengan warna hitam (panah hijau) dan tidak terjadi korosi pada daerah tersebut, sedangkan daerah yang berwarna merah kecoklatan adalah daerah yang terserang korosi (kotak hijau), dan *coating* yang terbentuk sangat tipis. Sedangkan pada gambar E yaitu pada sampel dengan konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy*, terjadi bitnik-bintik korosi pada permukaan sampel, namun korosi yang terjadi tidak berkumpul seperti pada sampel-sampel sebelumnya.

Dari kelima sampel yang direndam pada larutan 3,2% NaCl diatas dapat terlihat bahwa korosi yang terbentuk pada permukaan logam tidak terjadi secara merata menutupi seluruh permukaan logam, melainkan terjadi pada titik-titik tertentu terutama pada titik-titik yang tidak terlindungi oleh *coating* GO dan *Epoxy*.



**Gambar 4. 6.** Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,5%

Dari gambar 4.6 diatas dapat diketahui pada larutan 3,5% NaCl nilai laju korosi tertinggi tetap dialami oleh sampel tanpa *coating* yaitu sebesar 0,0866mmpy, kemudian laju korosi pada sampel dengan konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy* adalah sebesar 0,0723mmpy, pada konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosinya menjadi 0,0657mmpy dan laju korosi pada sampel dengan konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epoxy* adalah 0,0590mmpy serta yang terendah adalah 0,0332mmpy pada konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy*. Hal ini membuktikan bahwa pada larutan NaCl 3,5% konsentrasi GO yang ditambahkan pada *coating* juga masih memberikan dampak yang positif bagi penekanan laju korosi.



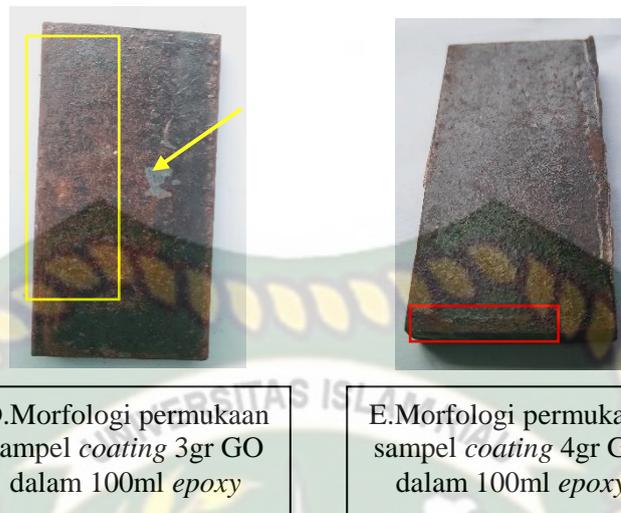
A. Morfologi permukaan sampel tanpa *coating*



B. Morfologi permukaan sampel *coating* 1gr GO dalam 100ml *epoxy*



C. Morfologi permukaan sampel *coating* 2gr GO dalam 100ml *epoxy*



D.Morfologi permukaan sampel *coating* 3gr GO dalam 100ml *epoxy*

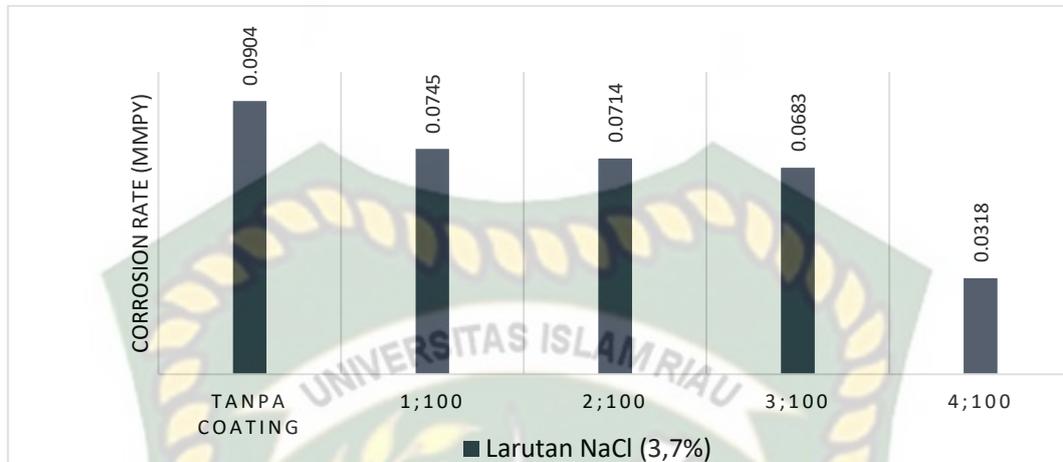
E.Morfologi permukaan sampel *coating* 4gr GO dalam 100ml *epoxy*

**Gambar 4. 7.** Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,5% NaCl

Gambar 4.6 adalah morfologi permukaan sampel yang telah direndam pada larutan 3,5% NaCl. Pada gambar A yaitu sampel tanpa *coating* terlihat korosi lebih banyak menyerang pada permukaan bagian bawah sampel (kotak merah) namun korosi juga tersebar pada permukaan bagian atas sampel. Gambar B adalah sampel dengan konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy* dimana korosi terjadi pada seluruh permukaan sampel kecuali pada daerah yang berpanah biru, daerah berpanah biru tampak lebih berwarna hitam yang artinya daerah ini memiliki *coating* yang lebih tebal dan tidak terserang korosi. Pada konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* yaitu gambar C, korosi yang terbentuk tidak terjadi secara merata melainkan berkumpul pada titik-titik tertentu (lihat pada kotak hijau) dan *coating* yang terbentuk juga terlihat lebih tebal. Gamba D yaitu pada sampel dengan konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epoxy* korosi terbentuk cukup luas pada bagian sebelah kiri sampel (kotak kuning) dan juga terdapat tanda padah kuning yang menunjuk area berwarna abu-abu, ini mengindikasikan bahwa telah terjadi kegagalan *adhesi* antara *coating* GO dengan sampel baja SS400. Pada gambar E yaitu sampel dengan konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy* terlihat bahwa korosi hanya menyerang sebagian kecil pada permukaan sampel bagian bawah.

Analisis ampel-sampel ini menjelaskan bahwa ketebalan *coating* GO kulit singkong sangat menentukan korosi yang akan dialami oleh sampel tersebut. Selain itu sampel dengan konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy* memiliki penyebaran

*coating* GO paling merata jika dilihat dari pengamatan morfologinya.



**Gambar 4. 8.** Laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,7%

Sama seperti gambar 4.4 dan gambar 4.6 gambar grafik laju korosi spesiment pada larutan NaCl 3,7% juga membuktikan bahwa penambahan konsentrasi GO dalam *coating* memberikan dampak yang positif bagi penekanan laju korosi. Hal ini dibuktikan dengan penurunan grafik laju korosi saat konsentrasi GO dalam *coating* ditambah. Dapat dilihat pada konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosinya sebesar 0,0745mmpy, pada konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosi menjadi 0,0714mmpy, laju korosi ini menurun saat konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epoxy* yaitu sebesar 0,0683mmpy dan laju korosi terendah adalah saat konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy* yaitu sebesar 0,0318mmpy, sementara laju korosi tertinggi juga masih dialami oleh spesiment tanpa perlindungan *coating* yaitu sebesar 0,0904mmpy.



A. Morfologi permukaan sampel tanpa *coating*



B. Morfologi permukaan sampel *coating* 1gr GO dalam 100ml *epoxy*



C. Morfologi permukaan sampel *coating* 2gr GO dalam 100ml *epoxy*



D.Morfologi permukaan sampel  
*coating* 3gr GO dalam 100ml  
*epoxy*

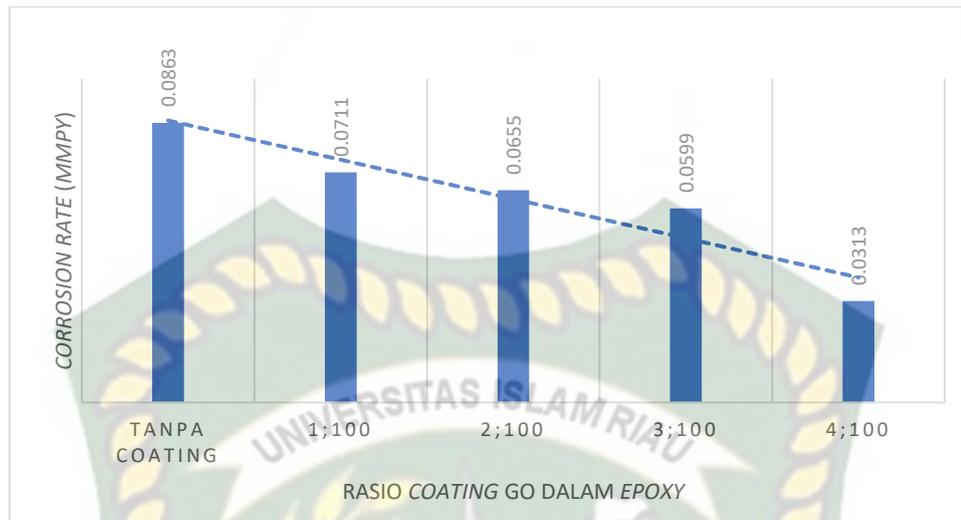


E.Morfologi permukaan sampel  
*coating* 4gr GO dalam 100ml  
*epoxy*

**Gambar 4. 9.** Morfologi permukaan sampel direndam larutan 3,7% NaCl

Gambar A adalah bentuk morfologi permukaan sampel tanpa *coating*, dimana terlihat bahwa korosi telah menutupi keseluruhan permukaan sampel (kotak merah), hal ini berkemungkinan menyebabkan kehilangan massa pada sampel tanpa *coating* akan lebih besar jika dibandingkan dengan sampel yang *dicoating* dengan menggunakan GO kulit singkong. Pada gambar B terlihat bahwa korosi lebih menyerang bagian sisi kanan permukaan sampel (lihat kotak kuning), dan jika dibandingkan dengan gambar A maka korosi yang dialami oleh sampel pada gambar B lebih sedikit. Sedangkan sampel dengan konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* terlihat korosi dominan menyerang bagian-bagian tepi sampel (lihat kotak biru). Sama seperti sampel pada gambar B sampel pada gambar D yaitu sampel dengan konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epoxy* terlihat bahwa korosi lebih dominan menyerang pada sisi kanan permukaan sampel. Sampel pada gambar E yaitu *coating* dengan konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy* terlihat warna hitam dari *coating* GO yang diaplikasikan lebih dominan hal ini berarti korosi yang terjadi lebih sedikit terjadi di permukaan sampel jika dibandingkan dengan empat sampel sebelumnya. Hal ini sesuai dengan grafik laju korosi spesiment pada larutan 3,7% NaCl pada gambar 4.7.

Dari grafik-grafik laju korosi diatas maka kita dapat membuat grafik rata-rata laju korosi yang dialami oleh setiap sampel, berikut adalah grafik laju korosi yang telah didapatkan dengan menggunakan perhitungan pada Microsoft Excel .



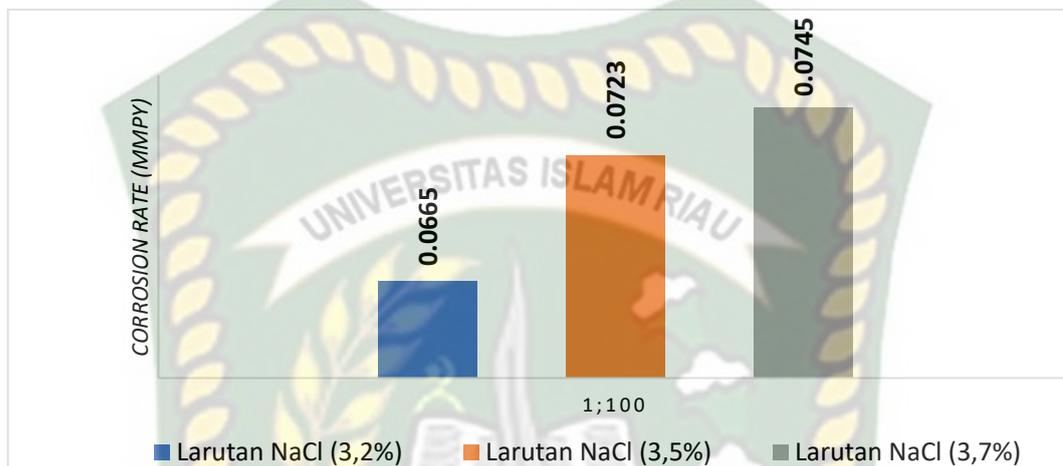
**Gambar 4. 10.** Rata-rata CR Berdasarkan Rasio *Coating* GO dalam *Epoxy*

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata laju korosi tertinggi dialami oleh spesiment tanpa *coating* yaitu sebesar 0,0863mmpy, kemudian ketika *dicoating* dengan konsentrasi 1gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosi menurun pada 0,0711mmpy, laju korosi terus mengalami penurunan pada konsentrasi 2gr GO dalam 100ml *epoxy* menjadi 0,0655mmpy, kemudian pada konsentrasi 3gr GO dalam 100ml *epoxy* laju korosi menjadi 0,0599mmpy dan laju korosi terendah adalah sebesar 0,0313mmpy pada konsentrasi 4gr GO dalam 100ml *epoxy*. Jika dilihat dari grafik terlihat jelas bahwa trendline terus mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi *coating* GO dalam *epoxy*, hal ini menjelaskan bahwa pada setiap media larutan NaCl (3,2%, 3,5% & 3,7%) yang diuji, GO kulit singkong yang ditambahkan pada *coating* selalu memberikan efek yang positif dalam penekanan laju korosi.

Dari penjelasan-penjelasan diatas dapat disimpulkan bahawa semakin besar konsentrasi GO yang ditambahkan dalam *coating* maka akan semakin kecil laju korosi yang dialami oleh spesiment. Hal ini dikarenakan GO kulit singkong yang diaplikasikan pada material *coating* akan mampu menyerap sekaligus menjadi penghalang yang impermeable antara sampel dengan lingkungannya (larutan NaCl) yang bersifat korosif sehingga pertumbuhan laju korosi dapat ditekan. Namun dari penelitian yang dilakukan belum diketahui berapa konsentrasi optimum GO kulit singkong yang dapat ditambahkan dalam *coating*.

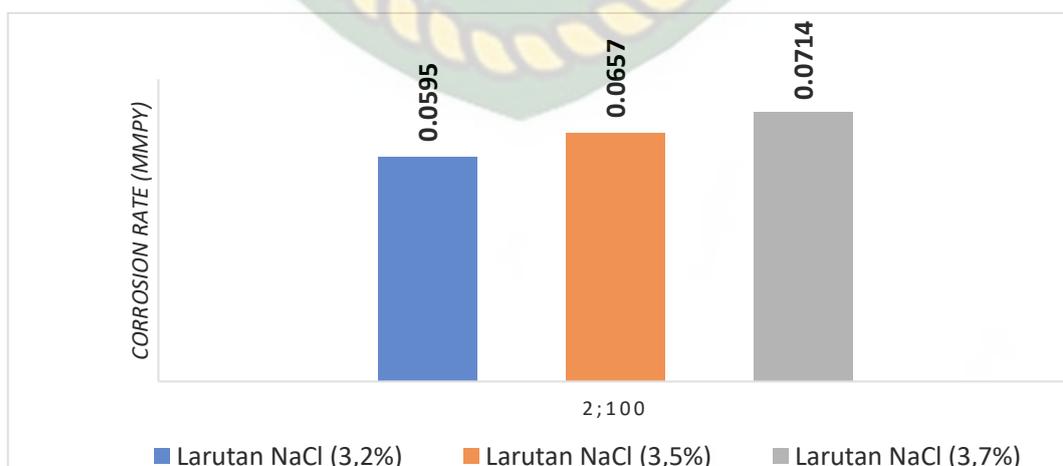
#### 4.3. Analisis Laju Korosi Baja SS400 Berdasarkan Perbedaan Salinitas

Berikut adalah analisis pengaruh larutan NaCl (3,2% , 3,5% & 3,7%) terhadap laju korosi baja SS400 yang telah *dicoating* menggunakan GO kulit singkong.



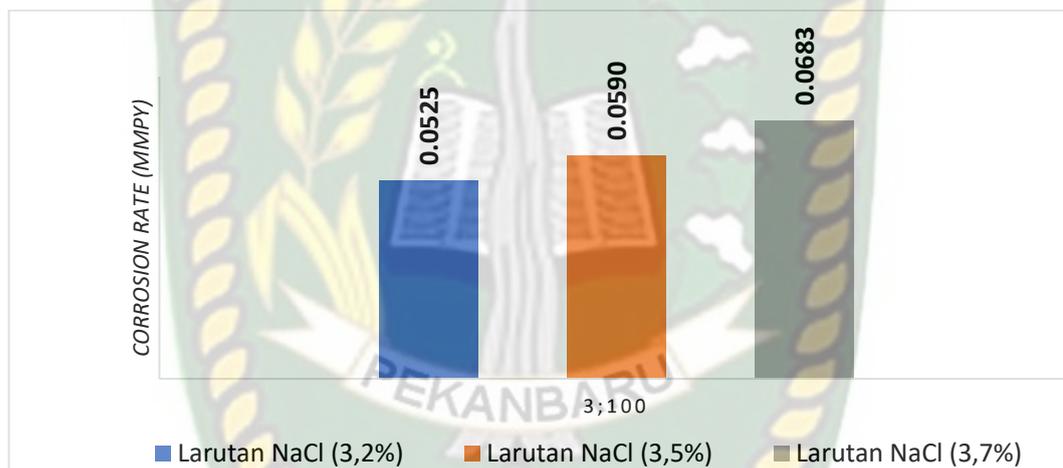
**Gambar 4. 11.** Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada *coating* 1gr GO

Dari gambar 4.11 dapat diketahui bahwa larutan 3,2% NaCl memberikan dampak laju korosi terendah pada baja SS400 yang telah *dicoating* dengan menggunakan GO kulit singkong yaitu sebesar 0,0665mmpy sedangkan pada larutan 3,5% laju korosinya adalah 0,0723mmpy dan laju korosi tertinggi adalah pada larutan 3,7% NaCl yaitu sebesar 0,0745mmpy. Hal ini membuktikan bahwa pada *coating* 1gr GO kulit singkong laju korosi akan meningkat seiring dengan bertambahnya NaCl dalam larutan.



**Gambar 4. 12.** Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada *coating* 2gr GO.

Pada gambar 4.11 (sampel yang *dicoating* dengan 1gr GO kulit singkong ) terlihat bahwa laju korosi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar NaCl dalam larutan, namun yang menjadi perbedaan dengan gambar 4.12 (sampel yang *dicoating* dengan 2gr GO kulit singkong) adalah pada *coating* dengan penambahan 2gr GO kulit singkong gradient laju korosi yang terjadi pada larutan 3,2% , 3,5% & 3,6% tidak terpaut jauh. Dapat dilihat nilai laju korosi pada larutan 3,2% NaCl adalah 0,0595mmpy, kemudian laju korosi pada spesiment yang direndam pada larutan 3,5% NaCl adalah 0,0657mmpy dan laju korosi tertinggi dialami oleh spesiment yang direndam pada larutan 3,7% NaCl yaitu sebesar 0,0714mmpy.

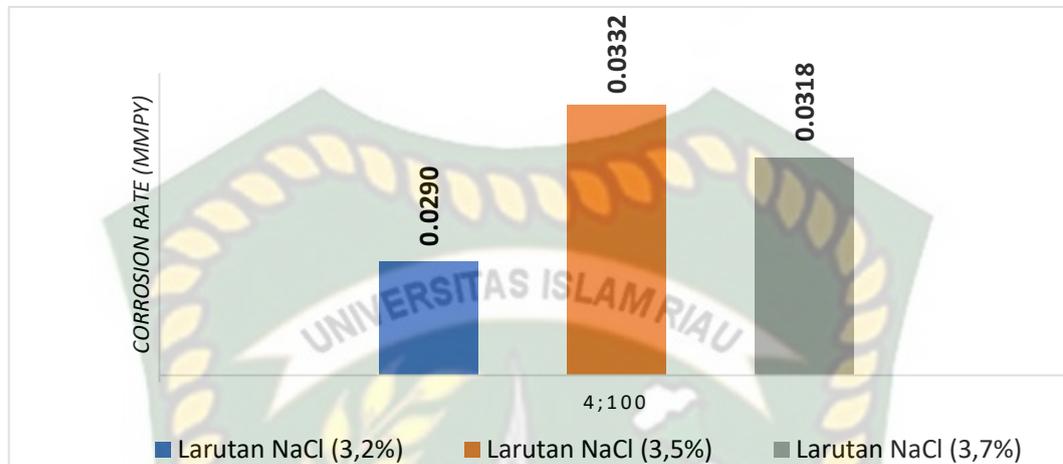


**Gambar 4. 13.** Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada coating 3gr GO

Pada gambar 4.13 terlihat bahwa laju korosi juga akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kadar NaCl dalam larutan, nilai laju korosi pada larutan 3,2% NaCl adalah 0,0525mmpy, kemudian laju korosi pada spesiment yang direndam pada larutan 3,5% NaCl adalah 0,0590mmpy dan laju korosi tertinggi dialami oleh spesiment yang direndam pada larutan 3,7% NaCl yaitu sebesar 0,0683mmpy.

Dari penjelasan-penjelasan diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi kadar NaCl dalam larutan maka laju korosi yang dialami oleh suatu spesiment (baja SS400) yang berinteraksi dengan larutan tersebut juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi NaCl maka ion-ion natrium ( $Na^+$ ) dan klorida ( $Cl^-$ ) yang terkandung dalam larutan akan semakin tinggi sehingga

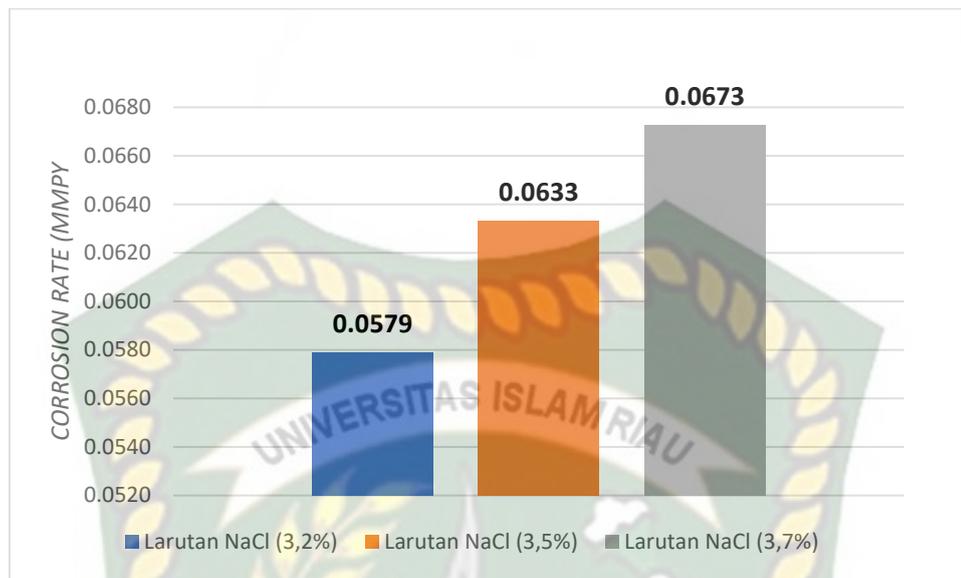
perbedaan potensial listrik statis antara spesiment dan lingkungan akan semakin tinggi maka laju korosi yang akan terjadi akan semakin cepat.



**Gambar 4. 14.** Pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada *coating* 4gr GO.

Dari gambar 4.14 dapat dilihat laju korosi terendah dialami oleh sampel yang direndam dalam larutan 3,2% NaCl yaitu 0,0290mmpy kemudian laju korosi tertinggi dialami oleh sampel yang direndam dalam larutan 3,5% NaCl yaitu sebesar 0,0332mmpy sedangkan untuk laju korosi yang dialami oleh sampel yang direndam larutan NaCl 3,7% justru lebih rendah jika dibandingkan dengan sampel yang direndam dengan larutan 3,5% NaCl yaitu sebesar 0,0318mmpy. Hal ini tentu bertolak belakang dengan penjelasan sebelumnya dimana semakin tinggi salinitas larutan maka akan semakin tinggi pula laju korosi yang dialami oleh suatu logam, ini dikarenakan saat kadar garam NaCl pada larutan sudah mencapai 3,7% berkemungkinan telah mengalami kondisi pasif. Kondisi pasif yaitu kondisi dimana laju korosi menurun pada kadar garam tertentu, sehingga larutan garam selain dapat bersifat sebagai *katalisator* (pemercepat) juga dapat bersifat sebagai *inhibitor* (Sulistioso & Ihsan, 2004) (MK & Misbah, 2012).

Dari keempat grafik pengaruh salinitas terhadap laju korosi sampel yang telah *dicoating* dengan menggunakan GO kulit singkong diatas, maka kita dapat membuat suatu grafik rata-rata laju korosinya. Berikut adalah grafik rata-rata laju korosi berdasarkan pengaruh salinitasnya.

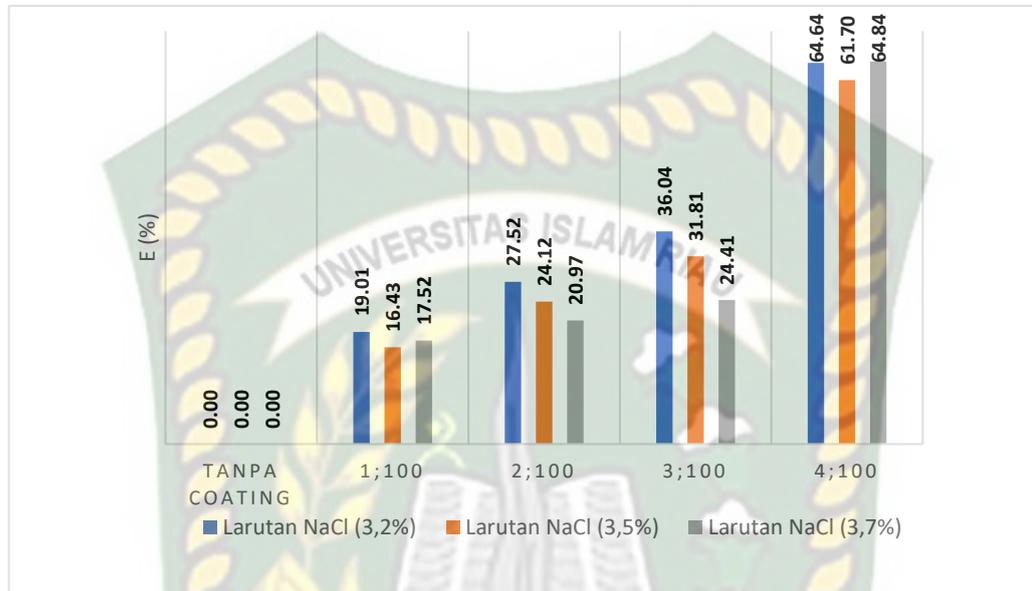


**Gambar 4. 15.** Rata-rata laju korosi berdasarkan salinitas larutan perendaman.

Dari gambar 4.15 di atas terlihat bahwa nilai rata-rata laju korosi untuk keseluruhan sampel yang direndam dalam larutan 3,2% NaCl adalah sebesar 0,0579mmpy dan merupakan nilai terkecil dalam grafik rata-rata laju korosi berdasarkan salinitas larutan perendaman ini. Kemudian untuk nilai rata-rata laju korosi yang dialami oleh sampel yang direndam oleh larutan 3,5% NaCl adalah sebesar 0,0633mmpy, artinya nilai ini bertambah sebesar 0,0054mmpy dari nilai laju korosi pada larutan yang direndam dalam larutan 3,2% NaCl. Adapun nilai rata-rata laju korosi yang dialami oleh keseluruhan sampel yang direndam, dalam larutan 3,7% NaCl adalah sebesar 0,0673mmpy, nilai ini adalah nilai tertinggi dalam grafik rata-rata laju korosi berdasarkan pengaruh salinitas larutan perendam.

Terlihat pada pada gambar 4.15 bahwa grafik rata-rata laju korosi berdasarkan salinitas terus mengalami peningkatan laju korosi seiring dengan bertambah besarnya salinitas perendaman sampel yang digunakan. Secara keseluruhan besarnya salinitas akan berbanding lurus dengan besarnya laju korosi yang dialami oleh suatu logam, semakin besar suatu salinitas larutan maka akan semakin besar pula laju korosi yang dialami oleh suatu logam. Hal ini karena larutan NaCl merupakan salah satu elektrolit yang paling bagus dan memiliki sifat meningkatkan oksidasi sehingga banyak menimbulkan masalah korosi jika ditempatkan logam korosif (Munasir & Yulie, 2009).

Untuk menentukan *coating* manakah yang paling efektif dalam penghambatan korosi maka diperlukan grafik efisiensi inhibisi korosi seperti grafik berikut ini:



**Gambar 4. 16.** Efisiensi Inhibisi Korosi *Coating* GO Kulit Singkong

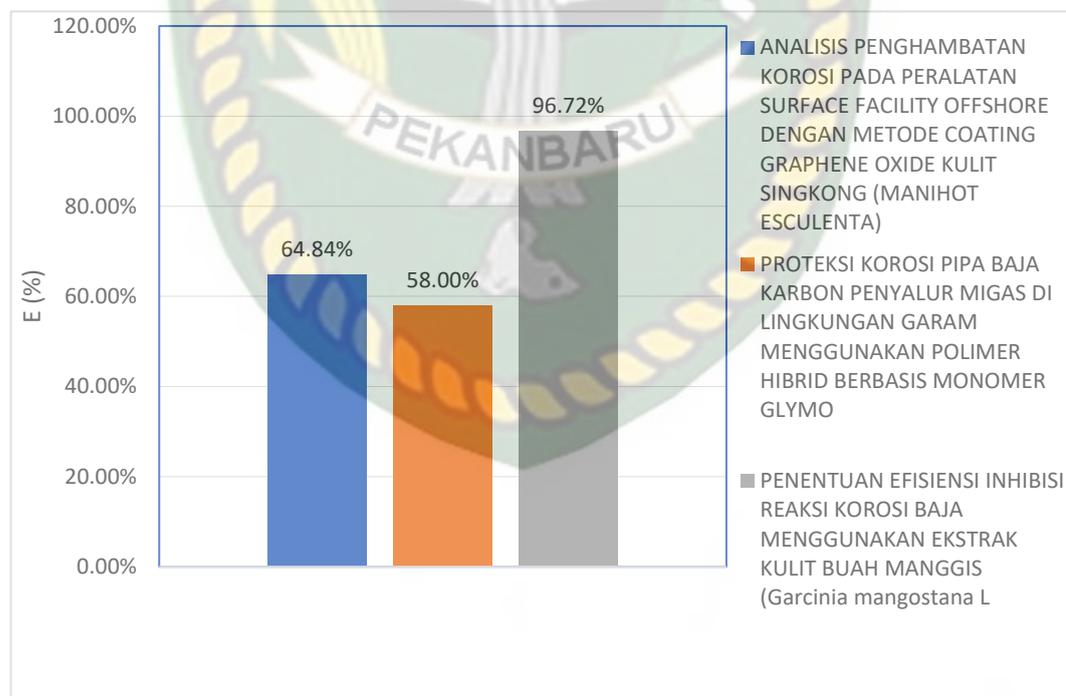
Efisiensi inhibisi korosi merupakan persentase bandingan antara selisih laju korosi sampel tanpa *coating* dengan laju korosi sampel itu sendiri, sehingga dapat dilihat semua nilai efisiensi inhibisi korosi untuk sampel tanpa *coating* adalah bernilai 0%. Nilai efisiensi inhibisi korosi berbanding terbalik dengan nilai laju korosi dimana semakin tinggi nilai laju korosi suatu spesiment maka akan semakin rendah nilai efisiensi inhibisi korosinya.

Pada gambar 4.16 diketahui, pada *coating* 1gr GO kulit singkong nilai efisiensi inhibisi korosi tertinggi adalah pada media larutan NaCl 3,2% yaitu dapat menekan laju korosi baja hingga 19,01% dan efisiensi tertinggi ini dapat dipertahankan saat pengaplikasian *coating* GO kulit singkong sebesar 3gr menjadi 36,04%. Namun pada saat baja SS400 *dicoating* menggunakan 4gr GO kulit singkong justru didapatkan hasil efisiensi tertinggi dialami oleh spesiment yang direndam oleh larutan NaCl 3,7% yaitu sebesar 64,84%. Hal ini dikarenakan pada spesiment dengan *coating* 4gr GO kulit singkong dan perendaman dengan larutan NaCl 3,7% telah terjadi kondisi pasif sehingga berlaku teori pasivitas.

Dari penjelasan diatas diketahui bahwa *coating* yang dilakukan dengan

menggunakan GO kulit singkong dapat memberikan dampak yang positif dalam penghambatan korosi, karena mampu menurunkan laju korosi secara signifikan dan juga memberikan efisiensi yang tinggi dalam penekanan laju korosi.

Hasil efisiensi inhibisi korosi terbaik dari penelitian ini adalah 64,84% dimana nilai ini masih jauh di bawah nilai inhibisi korosi yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh (Yuli Rizky Ananda Nasution, Sri Hermawan, & Rosdanelli Hasibuan, 2012) yaitu sebesar 96.72%, namun jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Melati, Fitriawati, Hidayat, Suratno, & Syakir, 2011) dengan hasil efisiensi inhibisi korosi 58.00% maka penelitian pencegahan korosi dengan coating kulit singkong memiliki efisiensi yang lebih tinggi. Namun perlu di catat bahwa ini hasil ini hanya melihat dari kesamaan media pengujinya yaitu air laut yang basisnya mengandung NaCl, dan masih banyak aspek lain yang masih perlu dipertimbangkan, seperti suhu pada saat pengujian, besarnya inhibitor yang digunakan, lama waktu pengujian dan masih banyak lagi.



**Gambar 4. 17.** Komprehensif hasil pengujian dengan penelitian lain

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dengan telah berhasilnya sintesis GO kulit singkong yang dibuktikan dengan kandungan karbon sebesar 94,03% pada uji EDX dan uji SEM telah menunjukkan adanya *layer* pada perbesaran X10.000 serta uji FTIR telah menunjukkan adanya gugus fungsi C=C, C-H, C-O, O-H, dan C=O sebagai syarat terbentuknya GO. Maka untuk uji laju korosi yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju korosi baja SS400 yang *dicoating* dengan GO kulit singkong mampu diturunkan. Rata-rata laju korosi terendah dialami oleh sampel dengan konsentrasi *coating* 4gr GO dalam 100ml *epoxy* yaitu sebesar 0,0313mmpy. Ini membuktikan bahwa *coating* GO kulit singkong memiliki sifat *impermeabel* yang baik sebagai penghalang terhadap larutan yang melewatinya.
2. Salinitas larutan mempercepat terjadinya laju korosi dimana semakin tinggi salinitas maka laju korosi pertahun yang akan terjadi juga akan semakin cepat. Rata-rata laju korosi tertinggi dialami oleh sampel yang direndam dalam larutan NaCl 3,7% yaitu sebesar 0,0673mmpy. Hal ini dikarenakan larutan NaCl merupakan katalisator yang baik dalam proses terjadinya reaksi korosi.

### 5.2. Saran

Saran yang dapat peneliti berikan bagi para peneliti yang akan datang adalah melakukan pengujian laju korosi dengan pengaruh ketebalan *coating* dan suhu serta menggunakan media air laut yang telah tercemar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu, A. B., Diah, S., & Hariyati, P. (2015). Pengaruh Temperatur Karbonisasi dan Konsentrasi Zink Klorida ( $ZnCl_2$ ) terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Eceng Gondok. *Institut Teknologi Surabaya, Surabaya*.
- Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji, A. (2015). Analisa Laju Korosi pada pelat baja Karbon dengan Variasi ketebalan coating. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), G1–G5.
- Bardal, E. (2007). *Corrosion and protection*. Springer Science & Business Media.
- BPS. (2015). *Output Tabel Dinamis*. Retrieved from <https://bps.go.id/indicator/53/23/1/produksi.html>
- Djafar, Z., Rochardjo, H. S. B., & Sutapa, J. P. G. (2014). Pengaruh Campuran Epoksi Resin ( Er ) terhadap Hardener Resin ( Hr ) Pada Sifat Mekanis Matriks Komposit. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII*, (Snttm Xiii), 2–4.
- Gusti, D. R. (2008). Laju Korosi Dalam Larutan Asam Sulfat Dengan Menggunakan Inhibitor Asam Oksalat. *Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi*, 1(2), 85–88. <https://doi.org/10.35799/cp.1.2.2008.4956>
- Harahap, H., Hadinatan, K., Hartanto, A., Surya, E., & Surya, I. (2015). Pemanfaatan limbah kulit singkong termodifikasi alkanolamida sebagai bahan pengisi dalam produk lateks karet alam: Pengaruh waktu vulkanisasi. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 31(1), 1. <https://doi.org/10.20543/mkqp.v31i1.177>
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., & Sholehah, A. (2020). Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i1.7519>
- Ikawati, & Melati. Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. , Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro 1–7 (2010).
- Jamali, S. S. *Study on corrosion protection of organic coatings using electrochemical techniques : Developing electrochem ical noise m ethod , effect of surface preparation and inhom ogeneity of organic coatings.* , (2013).
- Julian, N. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS400 Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4).

- Kyhl, L., Nielsen, S. F., Čabo, A. G., Cassidy, A., Miwa, J. A., & Hornekær, L. (2015). Graphene as an anti-corrosion coating layer. *Journal Faraday Discussions*, *180*, 495–509.
- Melati, H. A., Fitrilawati, Hidayat, R., Suratno, W., & Syakir, N. (2011). Corrosion Protection on Carbon Steel of Oil and Gas Distribution Pipeline in Saline Environment Using Hybrid Polymers Based on Glymo Monomers. *Bionatura*, *13*(1), 1–7.
- MK, S. N., & Misbah, M. N. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 Pada Pengelasan SMAW. *Jurnal Teknik ITS*, *1*(1), G75–G77.
- Munasir & Yulie. (2009). Studi perilaku korosi baja SPHT pada medium air laut. *Journal Teknik Perkapalan*, (c), 271–280.
- Ollik, K., & Lieder, M. (2020). Review of the Application of Graphene-Based Coatings as Anticorrosion Layers. *Journal of Coatings*, *10*(9), 883.
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., & Widowati, E. (2014). Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot utilissima) dengan Variasi Jenis Aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *7*(2).
- Popov. (2015). Organic Coatings. In *Corrosion Engineering* (pp. 557–579). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62722-3.00013-6>
- Putra, G. B. A., Pradana, H. Y., Soenaryo, D. E. T., Baqiya, M. A., & Darminto. (2018). Synthesis of green Fe<sup>3+</sup>/glucose/rGO electrode for supercapacitor application assisted by chemical exfoliation process from burning coconut shell. *AIP Conference Proceedings*, (1), 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.5030262>
- Raza, M. A., Rehman, Z. U., Ghauri, F. A., Ahmad, A., Ahmad, R., & Raffi, M. (2016). Corrosion study of electrophoretically deposited graphene oxide coatings on copper metal. *Thin Solid Films*, *620*, 150–159.
- Rizki, M., Sanjaya, E., & Sugiarti, E. (2018). *Pengujian korosi uap asam temperatur tinggi lapisan zinc pada substrat baja karbon*. (July).
- Roberts, M. W., Clemons, C. B., Wilber, J. P., Young, G. W., Buldum, A., & Quinn, D. D. (2010). Continuum plate theory and atomistic modeling to find the flexural rigidity of a graphene sheet interacting with a substrate. *Journal of Nanotechnology*, *2010*.
- Rochmat, A., & Pramudita, M. (2017). Karakterisasi material campuran SiO<sub>2</sub> dan getah flamboyan (*delonix regia*) sebagai material coating pencegah korosi pada baja. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, (January 2020). <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i2.87>

- Siregar, Husnah, S. S. & T. (2018). Sintesis dan karakterisasi reduced graphene oxide synthesis and characterization of reduced graphene oxide ( rGO ) from anorganic waste sources. *Journal of Physics and Sciece Learning*, 02, 27–32.
- Sudiarti, T., Delilah, G. G. A., & Aziz, R. (2018). Besi dalam Qur'an dan Sains Kimia (Analisis Teoritis dan Praktis Mengenai Besi dan Upaya Mengatasi Korosi pada Besi). *Al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 5(1), 7–16.
- Sulistioso, G. S., & Ihsan, M. (2004). Komarudin" Analisis Korosi Dari SS 440C Pada Media Air Tawar dan Laut. *Jurnal Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) Batam*, 7–11.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., & Hidayat, S. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56).
- Utomo, B. (2009). *Jenis korosi dan penanggulangannya*. 6(2), 138–141.
- Yuli Rizky Ananda Nasution, Sri Hermawan, & Rosdanelli Hasibuan. (2012). Penentuan Efisiensi Inhibisi Reaksi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 45–48. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1418>
- Zaki, U. (2016). Preparasi Membran Graphene Oxide Untuk Desalinasi Air Laut. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, (July).