

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Percobaan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penggunaan Baja Karbon di Masyarakat.....	7
2.2 Inhibitor Korosi.....	9
2.3 Potensi Rumput Gajah Sebagai Sumber Silika.....	14
2.4 Peran Silika Dalam Inhibisi Korosi.....	17
2.5 Penggunaan Instrumen Karakterisasi dan Analisis.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan Penelitian.....	22
3.2 Alat Penelitian.....	22

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.4 Prosedur Percobaan.....	22
3.4.1 Preparasi Sampel Rumput Gajah	22
3.4.2 Ekstraksi Silika dari Abu Rumput Gajah	23
3.4.3 Prosedur Karakterisasi Silikat Dengan FTIR	24
3.4.4 Pembuatan Larutan Inhibitor.....	24
3.4.5 Penentuan Laju Korosi dan Karakterisasi Spesiemen	24
3.4.6 Prosedur Analisis Silikat Dengan XRF.....	25
3.4.7 Prosedur Analisis Morfologi Menggunakan SEM.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Preparasi Rumput Gajah	27
4.2 Ekstrak Silika dari ARG.....	27
4.3 Karakterisasi Silikat Menggunakan FTIR.....	31
4.4 Pembuatan Larutan Inhibitor.....	32
4.5 Aplikasi Inhibitor pada Baja Karbon	33
4.6 Laju Reaksi Korosi dan Karakterisasi Spesiemen	34
4.6.1 Laju Reaksi Korosi dalam Media Akuades.....	34
4.6.2 Laju Reaksi Korosi dalam Media Air Laut	36
4.6.3 Laju Reaksi Korosi dalam Media Asam Asetat	39
4.7 Efisiensi Inhibisi	42
4.8 Analisis Silikat Menggunakan XRF.....	46
4.9 Hasil Analisis <i>Scanning Electron Microscope</i>	46
BAB V KESIMPULAN.....	49

5.1 Kesimpulan.....	49
5.1 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Baja Karbon	8
2. Sumber Silika Dari Bahan alam	14
3. Data Rumput Gajah di Sulawesi Selatan	16
4. Komposisi Kimia Rumput Gajah	17
5. Hasil Preparasi Rumput Gajah	27
6. Daftar Bilangan Gelombang Silika	32
7. Efisiensi Inhibisi Tertinggi dan Terendah dalam Media Akuades	42
8. Efisiensi Inhibisi Tertinggi dan Terendah dalam Media Air Laut	43
9. Efisiensi Inhibisi Tertinggi dan Terendah dalam Media Asam Asetat	43
10. Hasil Analisis Silikat Menggunakan XRF Hasil Ekstraksi dari ARG	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Korosi	10
2. Perbedaan Korosi Pada Baja (a) Tanpa Inhibitor dan dengan (b) Inhibitor Dalam Air Laut.....	13
3. Rumput Gajah	15
4. Struktur Tetrahedral Silika (SiO ₂).....	18
5. RG kering(a), arang RG(b) dan ARG(c).....	27
6. Mekanisme Reaksi Pembentukan Natrium Silikat.....	28
7. Reaksi Pembentukan Polimer Silikat	29
8. Silika Hidrogel	30
9. Silikat Hasil Ekstraksi	31
10. Spektrum FTIR Silikat Standar(a) dan silika dari ARG(b).....	31
11. Pengaplikasian Inhibitor pada Baja	33
12. Grafik Laju Reaksi Korosi dalam Media Akuades	34
13. Plat Baja Tanpa Inhibitor(a), dengan Inhibitor(b) dan RH(c) dalam Media Akuades.....	35
14. Grafik Laju Reaksi Korosi dalam Media Air Laut.....	37
15. Perbedaan Korosi pada Baja (a)Tanpa Inhibitor dan dengan (b)Inhibitor dalam Media Air Laut.....	38
16. Grafik Laju Reaksi Korosi dalam Media Asam Asetat.....	40
17. Efek Konsentrasi Terhadap Inhibitor Anodik pada Laju Korosi	41
18. Grafik Efisiensi Inhibisi Korosi Selama 12 Hari Perendaman.....	44

19. Morfologi Permukaan Baja Karbon (a)Tanpa Perlakuan Korosi dan (b)dengan Penambahan Inhibitor 30 ppm pada Pembesaran 200x dan 500x dalam Media Asam Asetat47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram Alir	58
2. Bagan Kerja.....	59
3. Peta Pengambilan Sampel.....	62
4. Data Tabel Hasil Penelitian.....	63
5. Perhitungan Data Penelitian.....	67
6. Data Hasil Analisis Penelitian.....	85
7. Dokumentasi Penelitian.	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja karbon merupakan salah satu material yang terdiri atas unsur besi dan karbon banyak digunakan untuk berbagai keperluan misalnya alat-alat pabrik, transportasi dan konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan karena baja karbon dapat diproduksi dalam jumlah besar dan spesifikasi yang sesuai dengan biaya yang tidak terlalu mahal (Lestari dkk., 2016). Jenis logam yang sering digunakan adalah baja karbon St-37. Baja karbon St-37 merupakan baja karbon rendah yang banyak digunakan karena memiliki sifat kekuatan, kekerasan, keuletan dan mampu dibentuk. Baja karbon St-37 memiliki sifat keras karena kadar karbonnya sedikit yaitu mengandung karbon kurang 0,3%. Namun, baja karbon utamanya baja karbon rendah sangat mudah mengalami korosi di lingkungan yang korosif (Magga dkk., 2018).

Korosi adalah proses perusakan material akibat reaksi elektrokimia antara logam dengan medium basah atau medium kering yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas logam, sehingga logam yang mengalami korosi menjadi rapuh, kasar dan mudah hancur. Proses korosi melibatkan elektron mengalir dari anoda ke katoda. Bagian tertentu dari baja berlaku sebagai anoda dimana mengalami oksidasi membentuk oksida. Elektron yang dibebaskan di anoda mengalir ke bagian lain yang bertindak sebagai katoda dimana oksigen akan tereduksi (Lestari dkk., 2016). Salah satu upaya untuk menghambat proses terjadinya korosi pada logam ataupun baja karbon dapat dengan menggunakan inhibitor korosi. Inhibitor merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu

lingkungan elektrolit dapat menurunkan laju korosi yang terjadi pada lingkungan elektrolit tersebut (Yanuar dkk., 2016). Prinsip inhibitor korosi dengan cara membentuk lapisan tipis di permukaan logam yang ketebalannya hanya beberapa molekul inhibitor. Lapisan tipis ini tidak dapat dilihat menggunakan mata biasa, namun dapat menghambat laju dari kerusakan material akibat lingkungan yang korosif (Dalimunthe, 2004).

Bahan dasar yang biasa digunakan untuk inhibitor korosi yaitu ekstrak silika. Silika digunakan karena memiliki daya serap yang tinggi yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya kelembaban dengan cara menyerap kadar air (Fahmi dan Nurfalah, 2016). Beberapa peneliti telah memperoleh silika melalui teknik ekstraksi dengan pelarut alkali dan pengendapan silika dengan asam. Pada umumnya, silika tidak larut dalam asam kuat kecuali pada HF. Silika dapat diperoleh melalui metode pelarutan dengan larutan basa KOH dan NaOH. Silika yang terlarut, jika diberi asam kuat HCl akan mengendap kembali (Hikmawati, 2010). Penelitian Sapitri (2020), menjelaskan bahwa mengekstrak silika dari abu sekam padi menggunakan NaOH 5 M menghasilkan rendemen sebesar 91,81% yang digunakan untuk anti korosi pada baja. Berdasarkan penelitian Ishar (2021), ekstrak silika dari abu ampas tebu menggunakan NaOH 5 M menghasilkan rendemen 71,70% digunakan sebagai anti korosi pada baja karbon.

Ekstrak silika dapat dibuat menjadi inhibitor korosi dengan mereaksikan senyawa silika dengan senyawa natrium hidroksida (Adziima dkk., 2013). Penggunaan natrium silikat juga ramah lingkungan, ekonomis, dan mempunyai efisiensi inhibisi korosi yang tinggi. Menurut Noviyanti (2016), penambahan inhibitor natrium silikat 20 ppm pada baja menghasilkan efisiensi inhibisi sebesar

81%, karena larutan inhibitor natrium silikat efektif digunakan sebagai anti korosi pada baja karbon melalui proses pelapisan. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi inhibitor natrium silikat maka efisiensi inhibisinya akan semakin tinggi dan jika konsentrasi natrium silikat rendah kemungkinan efisiensi inhibisinya juga rendah.

Natrium silikat merupakan salah satu bahan inhibitor korosi yang dapat digunakan sebagai pelapis baja karbon St-37 yang dapat menahan difusi uap air, ion-ion maupun oksigen pada permukaan (Nugroho, 2011; Fontana,2011). Sapitri (2020) telah melakukan penelitian laju korosi baja karbon St-37 pada media akuades, air laut dan asam asetat, dengan efisiensi inhibisi sebesar 89,55% diperoleh pada konsentrasi natrium silikat 30 ppm dalam media akuades. Sedangkan, Ishar (2021) memperoleh hasil efisiensi inhibisi sebesar 88,88% pada konsentrasi natrium silikat 30 ppm dalam media akuades. Inhibitor korosi akan bekerja secara maksimal apabila digunakan dengan konsentrasi yang cukup, jika konsentrasinya terlalu kecil menyebabkan inhibitor tidak bekerja maksimal. Penggunaan inhibitor yang berlebihan juga dapat menyebabkan terbentuknya emulsi dan pembuihan seperti inhibitor tiourea yang dapat berfungsi sebagai surfaktan (Nugroho, 2011; Fontana, 2011).

Bahan inhibitor alami yang dapat menghambat korosi pada baja karbon St-37 seperti ekstrak silikat telah banyak diteliti dari tumbuhan dan limbah alam, misalnya dari abu sekam padi (Sapitri, 2020), ampas tebu (Ishar, 2021), dan daun bambu (Aminullah, 2015). Penelitian Setiadji dkk., (2017), memanfaatkan ekstrak silikat dari rumput gajah sebagai sumber silika untuk tujuan sintesis zeolit. Zeolit dapat diaplikasikan sebagai katalis, adsorben, dan membran untuk pemisah gas.

Pengaplikasian zeolit yang banyak digunakan sebagai membran pemisah gas yaitu zeolit T.

Rumput gajah sejauh ini dimanfaatkan hanya sebagai pakan ternak. Rumput gajah memiliki daya hidup yang tinggi dan adaptasi yang baik sehingga dapat tumbuh di daerah yang potensi dan produktivitasnya rendah, menyebabkan tumbuhan ini dapat berkembang di daerah yang sumber haranya kurang. Rumput gajah dapat tumbuh subur di lingkungan tropis seperti Indonesia dengan panen relatif cepat yaitu 40-90 hari, rumput gajah sangat menjanjikan dalam memenuhi kebutuhan pakan ternak hingga mencapai 525 ton/tahun (Seseray dkk, 2012). Produksi rumput gajah yang melimpah dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan silika (Sirait, 2017). Menurut Setiadji dkk., (2017) kadar silika pada rumput gajah 71,91%. Silika dapat diisolasi dari abu rumput gajah secara sederhana dengan pembakaran, namun bila caranya tidak tepat maka dapat diperoleh hasil berupa silika kristalin yang karsinogenik (Saleh, 2014).

Berdasarkan paparan di atas maka telah dilakukan penelitian tentang ekstraksi dan karakterisasi silika dari abu rumput gajah (*Pennisetum purpureum* L.) yang akan digunakan sebagai material inhibitor korosi pada baja karbon St-37. Silika yang diperoleh melalui metode pelarutan dengan NaOH membentuk natrium silika yang selanjutnya digunakan sebagai inhibitor dengan menggunakan media perendaman untuk menginhibisi korosi pada baja karbon St-37. Karakterisasi senyawa silikat dilakukan menggunakan instrument FTIR dan XRF. Sedangkan, karakterisasi morfologi korosi pada permukaan baja karbon St-37 dilakukan menggunakan instrument SEM.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. berapakah rendemen natrium silikat yang diperoleh dari ekstraksi abu rumput gajah menggunakan NaOH 5 M?
2. bagaimana karakteristik dari natrium silikat yang diperoleh dari abu rumput gajah?
3. bagaimana pengaruh variasi konsentrasi inhibitor larutan natrium silikat abu rumput gajah dan media perendaman terhadap laju korosi pada baja karbon St-37?
4. berapakah efisiensi inhibisi natrium silikat dari abu rumput gajah pada baja karbon St-37?
5. bagaimana hasil mikrograf dari korosi yang terjadi pada baja karbon St-37 setelah ditambahkan inhibitor natrium silikat abu rumput gajah?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengekstraksi silika dari abu rumput gajah sebagai bahan inhibitor untuk mencegah korosi pada baja karbon St-37 dan mengkarakterisasi korosi yang terjadi setelah penambahan inhibitor.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menentukan rendemen natrium silikat yang diperoleh dari ekstrak abu rumput gajah menggunakan NaOH 5 M.
2. melakukan karakterisasi dari natrium silikat yang diperoleh dari abu rumput gajah menggunakan FTIR dan XRF.

3. menganalisis pengaruh konsentrasi inhibitor natrium silikat abu rumput gajah dan media perendaman yang efektif terhadap laju korosi pada baja karbon St-37.
4. menentukan efisiensi inhibisi natrium silikat dari abu rumput gajah sebagai inhibitor korosi pada baja karbon St-37.
5. mengamati morfologi korosi yang terjadi pada permukaan baja karbon St-37 setelah ditambahkan inhibitor natrium silikat abu rumput gajah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. memberikan informasi mengenai pengaruh variasi konsentrasi inhibitor natrium silikat abu rumput gajah pada baja karbon.
2. memberi informasi tentang pengolahan abu rumput gajah sebagai inhibitor korosi pada baja karbon dengan cara ekstraksi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Baja Karbon di Masyarakat

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur utamanya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi dan dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya. Semakin tinggi paduan karbon pada besi titik didihnya lebih rendah pada peleburannya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,20% hingga 2,10% berat sesuai tingkatnya (Sari, 2019). Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (*manganese*), krom (*chromium*), silikon, aluminium, titanium, vanadium dan tungsten (Tarkono dkk., 2012). Dalam kehidupan sehari-hari, kebanyakan benda-benda yang digunakan terbuat dari baja karbon. Benda dari baja yang biasa digunakan adalah skrup, pisau, sendok, kawat, panci, wajan, dan lain-lain (Sardjono dkk., 2009).

Pengaplikasiannya baja karbon sering dimanfaatkan dalam dunia industri sebagai bahan atau material konstruksi pada bangunan seperti rangka gedung, jembatan, rel kereta api dan tower (Insani, 2019). Baja karbon juga dapat digunakan untuk pembuatan alat-alat perkakas, alat masak, alat pertanian maupun untuk pembuatan komponen mesin (Nasution, 2018). Menurut Jordi dkk., (2017), klasifikasi baja karbon berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi baja karbon

Baja Karbon	Kadar Karbon (%)	Sifat	Kekuatan Tarik	Pengaplikasian
Baja karbon tinggi	0,60 - 1,70	Tahan panas	Tinggi	Alat perkakas
Baja karbon sedang	0,30 – 0,60	Mekanis	Sedang	Industri Kendaraan
Baja karbon rendah	0,10 – 0,30	Lunak	Rendah	Produksi baja ringan

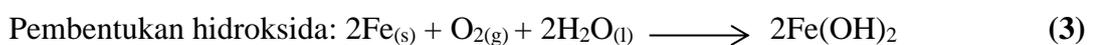
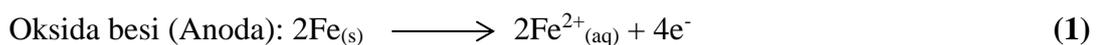
Peranan dan manfaat baja karbon yang sangat penting, membuat keberadaan industri baja menjadi sangat strategis untuk kemakmuran suatu negara. Indonesia sendiri memiliki potensi untuk mengembangkan industri baja. Hal ini dikarenakan pada data konsumsi baja perkapita masih rendah. Pada tahun 2013, konsumsi baja Indonesia baru mencapai 61,60 kg per kapita per tahun (Kementrian Perindustrian, 2014). Perusahaan industri baja karbon nasional setiap tahun hanya mampu memproduksi 4 juta ton. Dari jumlah itu, PT Krakatau Steel menyumbang 2,50 ton. Kebutuhan baja nasional mencapai 6 juta ton per tahun. Oleh karena itu Indonesia harus mengimpor besi baja dari berbagai negara sebanyak 2 juta ton per tahun untuk mencukupi kebutuhan besi baja di Indonesia (Tjahajana, 2008).

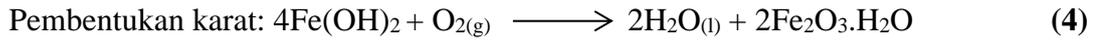
Pesatnya perkembangan industri saat ini khususnya industri permesinan ikut memacu pembuatan material dasar utamanya baja karbon rendah (baja St-37). Baja karbon St-37 disebut baja karbon ringan karena memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30% C. Jenis baja St-37 merupakan standar penamaan DIN dimana St artinya singkatan dari *Steel* sedangkan angka 37 berarti baja dengan batas minimum untuk kekuatan tarik 37 kg/mm^2 , memiliki komposisi 0,17% C; 0,30% Si; 0,20-0,50% Mn; 0,05% P dan 0,05% S ditambah unsur lainnya. Baja karbon

St-37 diaplikasikan khusus seperti kawat elektroda berlapis untuk keperluan bahan pengelasan (Putra, 2008). Baja karbon St-37 bersifat kuat, mudah dibentuk dan dapat dilakukan pengerjaan dalam keadaan panas maupun dingin (Insani, 2019) sehingga sering digunakan untuk konstruksi mesin yang saling bergesekan, karena sangat ulet. Kekerasan dari permukaan baja karbon St-37 rendah dan sangat mudah mengalami korosi sehingga sebelum digunakan perlu dimodifikasi sifat kekerasan pada permukaannya melalui penambahan karbon (Nofri, 2019).

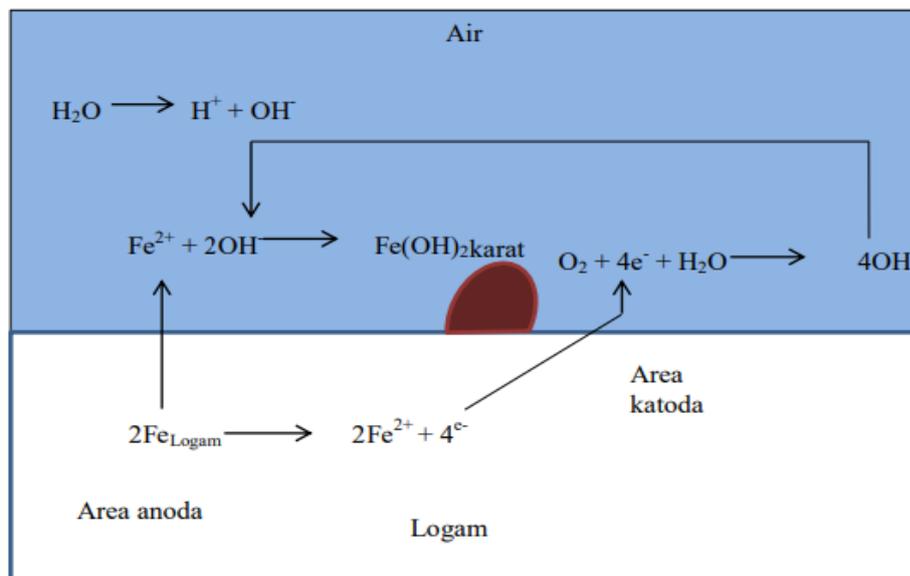
2.2 Inhibitor Korosi

Korosi adalah proses degradasi atau peristiwa alami yang disebabkan perusakan logam akibat reaksi dengan lingkungan yang korosif (Utomo, 2009). Korosi dapat menimbulkan efek penurunan mutu suatu material yang diakibatkan oleh reaksi antara lingkungan dengan material (Kurnia dkk., 2014). Menurut Fadli (2011), salah satu media korosif yang dapat menyebabkan terjadinya korosi adalah larutan asam karena mengandung ion hidrogen (H^+) yang memiliki peran dalam reaksi oksidasi besi. Dalam peristiwa perkaratan, logam besi bertindak sebagai anoda yang mengalami reaksi oksidasi membentuk oksida dengan rumus kimia $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ yang berwarna merah kecoklatan. Baja yang terpapar pada udara terbuka dapat mengalami korosi yang merata (*general corrosion*). Reaksi-reaksi yang kemungkinan dapat terjadi dapat dilihat dari Persamaan 1, 2, 3 dan 4 (Fadli, 2011).





Menurut Sari (2019), elektron yang dibebaskan dari anoda mengalir ke bagian lain dari besi yang bertindak sebagai katoda dimana oksigen tereduksi. Ion besi(I) yang terbentuk pada anoda selanjutnya teroksidasi membentuk ion besi(II) yang kemudian membentuk senyawa oksidasi terhidrasi, yaitu karat besi. Proses korosi dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses korosi (Sari, 2019)

Kombinasi ion korosif menyebabkan proses korosi yang melibatkan reaksi fisika-kimia dan elektrokimia. Bagian katoda ditemukan reaksi yang menarik elektron dan meningkatkan laju korosi (Asmara dkk., 2018). Jika lingkungan bersifat hidroskopis maka besi hidroksida akan mengikat air dan membentuk besi oksida hidrat. Pembentukan besi hidroksida pada lingkungan berair dapat dilihat pada Gambar 1 di atas. Elektron yang dibebaskan pada reaksi oksidasi digunakan pada bagian lain yang disebut katoda untuk menjalani reaksi reduksi (Fadli, 2011). Menurut Sari (2019), beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi secara umum antara lain, yaitu:

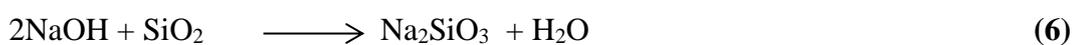
1. **Suhu.** kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat mengakibatkan laju kecepatan reaksi korosi juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya.
2. **Kecepatan alir fluida atau kecepatan pengadukan.** laju korosi bertambah jika laju atau kecepatan aliran fluida bertambah besar dikarenakan karena kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar sehingga ion-ion logam akan makin banyak yang lepas sehingga logam akan mengalami kerapuhan.
3. **Oksigen.** adanya oksigen di dalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga kemungkinan terjadi korosi lebih besar.
4. **Konsentrasi bahan korosif.** hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada didalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan, larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu bersamaan dengan reaksi anoda.

Korosi dapat mengakibatkan kerusakan dan menimbulkan kerugian yang cukup besar, sehingga diperlukan usaha pencegahan korosi (Nasution, 2018). Beberapa cara dalam pengendalian proses yaitu dengan metode pelapisan dengan penambahan inhibitor (Hermawan dkk., 2012). Inhibitor korosi adalah salah satu metode pengendalian atau pencegah korosi yang cukup baik. Inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang jika ditambahkan ke dalam lingkungan korosif akan dapat menghambat laju korosi terhadap suatu logam melalui proses kimia

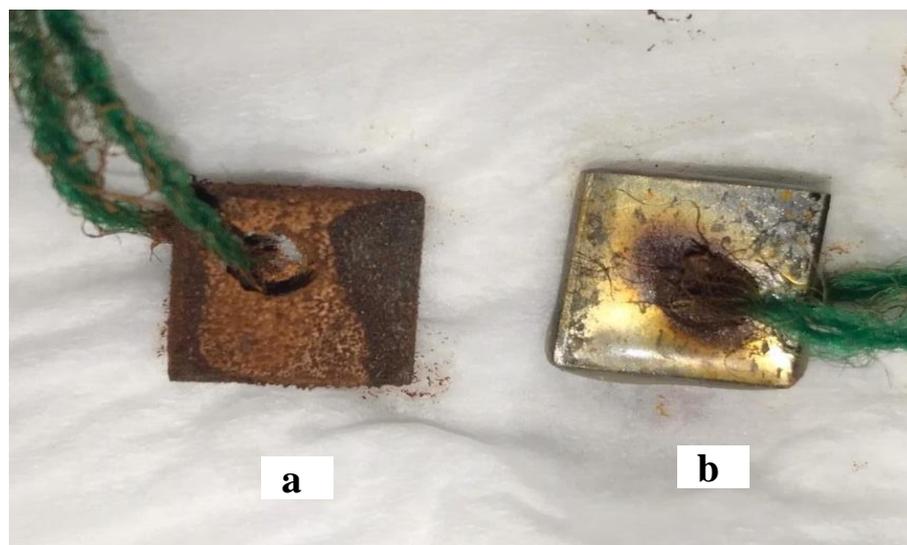
(Adziimaa dkk., 2013). Inhibitor bekerja dengan cara penyerapan ion ke dalam permukaan logam. Cara ini mengurangi laju korosi dengan menaikkan atau menurunkan reaksi anodik atau katodik, mengurangi laju difusi reaktan ke dalam atau mengurangi tahanan listrik dari permukaan logam (Maksum, 2011).

Inhibitor korosi yang biasa digunakan yaitu senyawa natrium silikat karena sifatnya yang ramah lingkungan, ekonomis dan tingkat efisiensi yang tinggi. Pembuatan senyawa natrium silika dapat dilakukan dengan cara mereaksikan senyawa natrium hidroksida dengan senyawa silika (Adziimaa dkk., 2013). Natrium hidroksida akan mengalami disosiasi yang sempurna sehingga akan membentuk ion Na^+ dan OH^- dalam air, sehingga terjadi reaksi adisi antara ion OH^- dengan SiO_2 dan akan membentuk SiO_2OH . Kemudian ion OH^- kedua akan menyerang H^+ pada gugus OH yang ada dalam SiO_2OH sehingga membentuk molekul air dan SiO_3^{2-} . Ion SiO_3^{2-} ini akan bereaksi dengan dua ion Na^+ membentuk Na_2SiO_3 yang dapat digunakan sebagai larutan inhibitor korosi (Aeni dkk., 2017).

Produk natrium silikat yang digunakan umumnya tidak berwarna, transparan, berbentuk serbuk dan ada juga yang terlarut dalam air dalam bentuk larutan kental serta ada juga yang sukar larut. Senyawa natrium silikat dapat diperoleh melalui beberapa reaksi berbeda. Berikut ini adalah beberapa reaksi yang dapat digunakan dalam pembuatan senyawa natrium silikat (Sapitri, 2020):



Sifat inhibitor natrium silikat diduga disebabkan oleh adanya atom O yang memiliki pasangan elektron bebas yang digunakan untuk berikatan dengan logam, sehingga membentuk lapisan pasif yang protektif dipermukaan logam. Lapisan pasif yang terbentuk antar atom O dengan baja akan melindungi logam dari media korosi sehingga dapat menghambat laju korosi. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor natrium silikat maka efisiensi inhibisinya semakin tinggi, sebaliknya jika semakin rendah konsentrasi inhibitor natrium silikat maka efisiensinya juga rendah (Noviyanti, 2016). Salah satu contoh penggunaan inhibitor korosi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbedaan Korosi pada baja (a) tanpa inhibitor dan dengan (b) inhibitor dalam media Air Laut (Ishar, 2021).

Natrium silikat sebagai inhibitor korosi bekerja dengan membentuk sebuah lapisan pelindung dari ion silika yang kemudian akan mencegah serangan dari ion alkali (Gao dkk., 2011). Contoh penggunaan inhibitor anti korosi dan tanpa penggunaan inhibitor anti korosi pada baja dengan media air laut tampak jelas perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 2 di atas. Penggunaan inhibitor korosi dengan konsentrasi yang cukup akan bekerja secara maksimal. Inhibitor korosi

dengan konsentrasi berlebih dapat menyebabkan terjadinya emulsi dan pembuihan akibat sifat inhibitor sebagai surfaktan, jika konsentrasi yang digunakan terlalu kecil akan menyebabkan inhibitor tersebut tidak bekerja secara maksimal. Salah satu yang dibuat sebagai inhibitor korosi adalah ekstrak silika yang berfungsi untuk melapisi baja karbon St-37 karena memungkinkan untuk menahan difusi uap air, ion-ion maupun oksigen ke permukaan logam sehingga melindungi logam dari korosi (Nugroho, 2011; Fontana, 2011). Ekstrak silika dapat diperoleh dari bahan baku kimia, bahan alami ataupun limbah. Ekstrak silika juga diperoleh dari bahan alam sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Sumber silika dari bahan alam

Bahan	Kadar Silika %	Referensi
Abu sekam padi	91,81	Sapitri, 2020
Abu ampas tebu	71,70	Ishar, 2021
Abu daun bambu	65,85	Aminullah dkk., 2015
Abu daun rumput gajah	71,91	Setiadji dkk., 2017

2.3 Potensi Rumput Gajah Sebagai Sumber Silika

Indonesia memiliki iklim yang mempermudah tumbuhnya rumput gajah, sehingga ketersediaan rumput gajah melimpah. Rumput gajah adalah salah satu tumbuhan yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, hanya dimanfaatkan sebagai makanan pokok ternak. Terkadang juga rumput gajah dianggap sebagai tanaman pengganggu oleh masyarakat, tetapi rumput gajah mempunyai kadar silika yang dapat di manfaatkan sebagai inhibitor. Selain itu rumput gajah juga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu penghasil etanol dengan memanfaatkan selulosanya (Sari, 2010). Gambar Rumput Gajah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rumput Gajah (Sari, 2010)

Rumput gajah hidup di daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi yaitu sampai 1.000 mm tiap tahun. Rumput gajah tumbuh paling baik pada tanah yang dengan kemampuan menahan air yang tinggi (Sirait, 2017). Rumput gajah juga mampu tumbuh di daerah dengan kandungan hara tidak ada nutrien. Hal ini dapat memperbaiki tanah yang rusak akibat erosi, juga dapat hidup di tanah dimana tanaman lain relatif tidak dapat tumbuh dengan baik (Haryanti,2018). Adapun taksonomi dari rumput gajah (*P.purpureum*) yaitu (Sirait, 2017):

Kerajaan : Plantae
Super divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida (monokotil)
Bangsa : Paniceae
Suku : Poaceae
Marga : Pennisetum
Spesies : *P.purpureum* L.

Penelitian Ariyanto, Luklukyah dan Rahayu (2020) kandungan nutrisi pada rumput gajah terdiri dari bahan kering 20,29%, protein kasar 6,26%, lemak 2,06%, serat kasar 32,60%, abu 9,12%. BETN 41,82%, kalsium 0,46%, dan fosfor 0,37%. Penelitian Setiadji dkk. (2017) menjelaskan bahwa kadar silika yang diperoleh dari isolasi rumput gajah hasil analisis EDX memiliki kandungan SiO₂ sebesar 71,91%. Sedangkan penelitian Laksmi dkk. (2018) rumput gajah mengandung silika sekitar 32,9%. Kandungan silika yang cukup tinggi, membuat produksi rumput gajah mencapai 20-30 ton/tahun. Data rumput gajah di Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Rumput Gajah di Kabupaten/Kota Sulawesi Selatan

Produksi Bahan (ton/ha)	Kabupaten/ Kota	Referensi
2	Makassar	Disnaskeswan sulsel., 2016
6,8	Wajo	Surahman, 2018
96,2	Gowa	Disnaskeswan sulsel., 2016
20	Sidrap, pangkep, pare-pare	Irwan dkk., 2020
141,5	Bone	Bahar and Natsir, 2011
228	Barru	Bahar and Natsir, 2011

Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi rumput gajah adalah pengaturan jarak tanam. Pengaturan jarak perlu diatur agar tidak mengganggu pertumbuhan rumput gajah lain. Jarak tanaman dapat mempengaruhi kompetisi antar tanaman. Kompetisi ini terjadi karena untuk mendapatkan kebutuhan masing-masing rumput seperti sinar matahari, air, nutrisi, ruang tumbuh dan CO₂. Pengaturan jarak tanam yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan yang cepat (Kusdiana, dkk., 2017). Adapun komposisi rumput gajah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Rumput Gajah (Nasjum, 2020; Laksmi dkk., 2018)

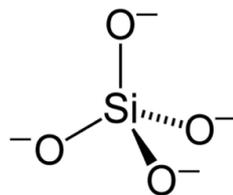
Komponen	% Berat
Kadar air	9,22
Protein kasar	10,20
Lemak	1,60
Serat kasar	34,20
Abu	11,70
Bahan ekstrak tanpa nitrogen	42,30
Silika	32,90

2.4 Peran Silika Dalam Inhibisi Korosi

Silika sering ditemukan di alam dalam beberapa bahan alam seperti pasir, gelas dan sebagainya. Silika ditemukan di alam dalam bentuk senyawa kristalin, sedangkan sebagai senyawa sintesis berupa amorf (Sulastris dan Kristianingrum, 2010). Silika adalah bahan yang memiliki rumus kimia SiO_2 . Rumus kimia SiO_2 menunjukkan bahwa ada dua kali lebih banyak atom oksigen bersama silikon. Sudut ikatan di sekitar O-Si-O merupakan sudut tetrahedral yaitu sebesar 109° . Silikon dioksida (SiO_2) terdapat dalam dua bentuk yaitu bentuk kuarsa dan kristobalit. Silikon terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik (Sulastris dan Kristianingrum, 2010).

Ikatan antara silikon dan oksigen membentuk struktur tetrahedron. Bentuk umum silika adalah *quartz* (kwarsa), yang terdapat pada sebagian besar batuan sedimen alam dari batuan metaforik (Priyanto, 2015). Silika adalah hasil polimerisasi asam silikat. Silika gel sebagai senyawa silika yang memiliki struktur *amorph* mengandung gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) dan siloksa ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Adanya

gugus-gugus ini akan memungkinkan terjadinya modifikasi, sehingga dapat diperoleh berbagai macam senyawa silika (Sulastri dan Kristianingrum, 2010). Menurut Sahoo and Kale, (2019) struktur tetrahedral silika, dimana atom Si diikat empat atom O dan tiap atom O diikat oleh dua atom Si dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Tetrahedral Silika, SiO_2 (Sahoo and Kale, 2019).

Silika memiliki sifat hidrofilik (dapat menyerap air) atau hidrofobik (tidak dapat menyerap air) sesuai dengan struktur atau morfologinya (Sriyanti dkk., 2005), Silika berbentuk padat dan mempunyai massa molar 60,08 g/mol serta mempunyai pori-pori antara 2 nm - 50 nm (Carmona dkk., 2013). Silika bisa juga didapat dari bahan kimia dan bahan limbah. Beberapa bahan kimia dan mineral yang telah digunakan diantaranya adalah abu silika (Shukur dkk., 2014), silika komersil (Lin dkk., 2007) dan pasir silika (Rashid dkk., 2014). Sementara itu, bahan limbah untuk silika diantaranya ampas tebu (Amin dkk., 2016), rumput gajah (Setiadji dkk., 2017), daun bambu (Aminullah dkk., 2015), alang-alang (Kow dkk., 2017) dan sekam padi (Chandrasekhar dkk., 2003).

Silika digunakan karena silika mudah ditemukan dan memiliki daya serap yang baik (Priyanto, 2015). Salah satu pemanfaatan serbuk silika yang cukup luas adalah sebagai penyerap kadar air di udara sehingga memperpanjang masa simpan bahan dan sebagai bahan campuran membuat keramik seni (Islam dan Ani, 2000). Menurut penelitian Fahmi dan Nurfalah, (2016) silika gel dari abu sekam padi merupakan produk yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya kelembaban dengan cara menyerap kadar air/ion logam pada air dan udara, banyak sedikitnya

penyerapan tergantung pada komposisi gel, ukuran dan jumlah pengotor pada silika gel. Dari Penelitian Priyanto (2015) dijelaskan bahwa sifat kimia silika stabil terhadap hidrogen. Sedangkan menurut Katsuki dkk. (2005), sifat fisik dari silika adalah berbentuk padatan atau serbuk yang halus, berwarna putih, titik didih dan cair yang tinggi, serta daya tahan yang tinggi terhadap asam dan basa, serta tidak larut dalam air akan tetapi larut dalam asam florida .

Silika telah banyak dimanfaatkan sebagai zat warna, obat-obatan, keramik, katalis, dan material pendukung katalis serta sebagai inhibitor. Hal ini dikarenakan, silika memiliki sifat yang telah terbukti memiliki stabilitas tinggi, fleksibilitas kimia dan biokompatibilitas yang berperan penting untuk berbagai lingkup (Wardhani, 2017). Silika memiliki sifat unik yang tidak dimiliki oleh senyawa anorganik lainnya seperti sifat adsorpsi dan pertukaran ion yang baik, kestabilan mekanik dan termal tinggi, mudah dimodifikasi dengan senyawa kimia tertentu untuk meningkatkan kinerjanya (Purnawan dkk., 2018).

2.5 Penggunaan instrumen Karakterisasi dan Analisis

Identifikasi inhibitor dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi *Fourier Transformed Infrared* (FTIR) untuk mengetahui jenis inhibitor secara kualitatif (Nofrizal dan Tasliyana, 2019). FTIR ini dapat menentukan komposisi gugus fungsi dalam sampel baik dimiliki oleh silika atau pengotor sehingga membantu memberikan informasi untuk penentuan struktur molekulnya. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap senyawa berbeda, sehingga senyawa yang dianalisa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan (Sankari dkk., 2010). Analisa dengan metode ini didasarkan pada fakta bahwa molekul memiliki frekuensi spesifik yang

dihubungkan dengan vibrasi internal dari atom gugus fungsi (Sibilia, 1996).

Menurut Ananthi dkk. (2016), serapan karakteristik silikat terbentuk pada bilangan gelombang $3367,70\text{ cm}^{-1}$. Serapan lebar dan membentuk lembah pada kisaran bilangan gelombang $3670\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus -OH dari silanol (-Si-OH). Serapan lebar juga muncul pada bilangan gelombang $1635,77\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul air. Hasil analisis FTIR berupa spektrum yang menunjukkan adanya gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) menunjukkan bahwa silika hasil ekstraksi dari abu ampas tebu benar senyawa silika yang diharapkan (Ishar, 2020).

Identifikasi kandungan senyawa dari silika dapat dilakukan dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Instrumen ini menggunakan metode analisis yang digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam bahan yang dianalisis, yang ditunjukkan oleh adanya spektrum unsur. Sedangkan analisis kuantitatif memberikan informasi jumlah unsur yang terkandung dalam bahan yang ditunjukkan oleh ketinggian puncak spektrum (Jamaluddin dan Adiantoro, 2012). Metode analisis XRF berdasarkan terjadinya tumbukan atom-atom pada permukaan sampel (bahan) oleh sinar-x (Jenkin, 1988).

Prinsip kerja dari alat XRF adalah sinar-x fluoresensi yang dipancarkan oleh sampel dihasilkan dari penyinaran sampel dengan sinar-x primer dari tabung sinar-x (*X-ray tube*), yang dibangkitkan dengan energi listrik dari sumber tegangan sebesar 1200 volt. Bila radiasi dari tabung sinar-x mengenai suatu bahan maka elektron dalam bahan tersebut akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih rendah, sambil memancarkan sinar-x karakteristik. Pada sinar-x karakteristik ini ditangkap oleh detektor kemudian diubah ke dalam bentuk sinyal tegangan

(*voltage*), diperkuat oleh Preamp dan dimasukkan ke analizer untuk diolah datanya (Rosika dkk., 2007). Kemudian dikarakterisasi menggunakan XRF sehingga diperoleh kandungan unsur SiO₂ dalam abu sekam padi sebesar 90,70%. Sedangkan kandungan unsur-unsur lain seperti K, Ca, Mn, Fe dan yang lainnya sangat sedikit. Hal tersebut disebabkan karena kelarutan silika dalam pelarut basa yang tinggi (Sapitri, 2020).

Identifikasi morfologi bahan dapat dilakukan dengan *scanning electron microscopy* (SEM). Analisis dengan SEM digunakan pada sampel yang tebal dan memungkinkan untuk analisis morfologi permukaan. Pancaran berkas yang jatuh pada sampel akan dipantulkan dan didifraksikan. Akibat adanya elektron yang terdifraksi, sehingga dapat teramati dalam bentuk pola-pola difraksi yang tampak bergantung pada bentuk dan ukuran sel satuan dari sampel. Prinsip kerja SEM yaitu dua sinar elektron digunakan secara simultan. Satu *strike specimen* digunakan untuk menguji dan *strike* yang lain adalah CRT (*cathode ray tube*) memberi tampilan yang dapat dilihat oleh operator. Akibat tumbukan pada spesimen dihasilkan satu jenis elektron dan emisi foton (Saleh, 2014).

Hasil uji (SEM) yang dilakukan Sapitri, (2020) pada sampel baja menunjukkan bahwa pada sampel dalam media akuades memiliki laju korosi paling kecil dan untuk melihat perbedaan pengaruh konsentrasi inhibitor maka dilakukan analisis menggunakan SEM dengan perbesaran 100x dan 5000x pada waktu perendaman 12 hari permukaan baja karbon yang terkorosi hanya pada bagian tertentu atau terjadi korosi celah. Pada penelitian yang lain menunjukkan hasil analisis SEM baja karbon pada perbesaran 100x dan 3000x dengan waktu perendaman 6 hari dalam media NaCl 3,50% pada bagian tertentu terjadi retakan (*crack*) pada baja karbon yang pelapisan inhibitor tidak merata (Ramlah dkk., 2020).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput gajah (dari Dusun Batu-Batu, Desa Biru, Kecamatan Kahu, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan), baja karbon St-37 (diperoleh dari pasar lokal Makassar), amplas, HCl 5 M, aseton, larutan NaOH 5 M, kertas pH universal, kertas saring *Whatman* No.42, *tissue*, benang, *epoxy resin Crystal Clear*, hardener (Merck crystal clear), air laut, asam asetat 25%, dan akuades.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, oven (*dual purpose oven*), *magnetic bar*, *hotplate magnetic stirrer (hotplate stirrer p22008)*, SEM-EDX (Hitachi Flexsem 100), XRF (Shimadzu), FTIR (Shimadzu, type:IRPrestige 21), statif, termometer, sikat, spatula, pipet tetes, erlenmeyer, gelas kimia, corong, gelas ukur, batang pengaduk, cawan petri, jangka sorong, dan alat pemotong baja.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Anorganik Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar, pada bulan Desember 2021- Maret 2022.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Sampel Rumput Gajah (Setiadji dkk., 2017)

Rumput gajah (RG) diambil kemudian dikeringkan, selanjutnya

dikarbonasi sampai menjadi arang RG. Arang RG dibersihkan dari pengotor, kemudian diabukan dalam *furnace* pada suhu 550 °C selama 4 jam hingga menjadi abu rumput gajah (ARG). Selanjutnya digerus dan diayak dengan menggunakan ayakan berukuran 120 *mesh*.

3.4.2 Ekstraksi Silika dari Abu Rumput Gajah (Setiadji., 2017 & Mujiyanti dkk., 2010)

Abu rumput gajah sebanyak 20 gram dicampurkan dengan 300 mL larutan NaOH 5 M. Kemudian, campuran tersebut dipanaskan selama 1 jam suhu 80 °C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Hasil dari proses ini adalah larutan natrium silikat (Na_2SiO_3). Larutan Na_2SiO_3 yang telah dingin, selanjutnya disaring dan dipisahkan dari endapannya menggunakan kertas saring Whatman No. 42, kemudian diukur pH-nya sampai pH 12. Proses penurunan pH dilakukan dengan menambahkan larutan 300 mL HCl 5 M sedikit demi sedikit ke dalam larutan Na_2SiO_3 hingga pH netral dan mulai terbentuk silika gel berwarna putih.

Silika gel didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang. Silika gel yang telah didiamkan selanjutnya disaring dan dipanaskan dalam oven pada suhu 80 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam silika gel. Hasil dari pemanasan ini adalah serogel. Pada proses ini serogel yang terbentuk dimasukkan ke dalam 300 ml akuades, kemudian diaduk selama 15 menit dengan suhu 80 °C menggunakan *magnetic stirrer*. Selanjutnya, campuran disaring dan endapannya dipanaskan di dalam oven selama 24 jam dengan temperatur 80 °C. Silika xerogel hasil pemanasan selanjutnya ditimbang dan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRF. Untuk mendapatkan rendemen dari hasil karakterisasi dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 8.

Berat Rendemen = (berat kertas saring + sampel) – berat kertas saring

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Bobot akhir silika}(\text{gr})}{\text{Bobot awal abu rumput gajah}(\text{gr})} \times 100\% \quad (8)$$

3.4.3 Prosedur Karakterisasi Silika Dengan FTIR (Santhiarsa, dkk., 2013)

Karakteristik gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan FTIR dengan preparasi sampel metode pellet KBr. Preparasi sampel dilakukan dengan 1-10 mg sampel yang dihaluskan dan dicampurkan dengan 100 mg KBr. Kemudian dicetak dengan cakram tipis atau pellet lalu dianalisis.

3.4.4 Pembuatan Larutan Inhibitor (Awizar dkk., 2013)

Larutan inhibitor silika disiapkan dengan melarutkan 1 g serbuk hasil ekstraksi silika dengan NaOH 0,001 M hingga pH 11. Kemudian diencerkan hingga menjadi konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 40 ppm. Larutan inhibitor dipipet sebanyak 1 mL, dicampurkan dengan *epoxy resin* dan *Hardener* (merek Crystal Clear) sebanyak 1 mL dan dibuat *epoxy-Hardener* sebagai kontrol.

3.4.5 Penentuan Laju Korosi dan Karakterisasi Spesimen (Awizar dkk., 2013)

Baja karbon yang digunakan berukuran 1 cm x 1 cm x 0,3 cm sebagai spesimen untuk pengujian anti korosi. Spesimen baja dibersihkan dengan amplas, kemudian dicuci dengan akuades, sebelum diolesi dengan aseton dan dikeringkan dengan udara. Spesimen baja ditimbang menggunakan neraca analitik, baja kemudian diolesi dengan larutan inhibitor dengan konsentrasi yang berbeda (konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm) yang telah tercampur dengan resin hardener dan dikeringkan dengan udara. Spesimen baja lainnya diolesi dengan dengan resin hardener sebagai kontrol. Baja direndam pada berbagai

media yaitu akuades, air laut dan asam asetat serta baja tanpa inhibitor sebagai kontrol. Perendaman baja dilakukan pada suhu ruang selama 4, 8 dan 12 hari. Spesimen hasil perendaman dibersihkan dengan sikat dalam air mengalir untuk menghilangkan korosi (karat). Spesimen dikeringkan dan ditimbang kembali untuk menghitung persentase efisiensi inhibisi. Morfologi spesimen baja yang dilapisi silikat dikarakterisasi dengan SEM-EDX. Besarnya laju korosi dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 9 (Septianingsih, 2014) dan efisiensi inhibisi dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 10 (Sari dkk., 2019).

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (9)$$

Ket: CR = laju reaksi korosi (mm/year)

W = kehilangan berat (gr)

K = konstanta laju korosi = $3,45 \times 10^6$ mpy

D = massa jenis baja = $7,39 \text{ gr/cm}^3$

A = luas area logam (cm^2)

T = waktu perendaman (jam)

$$\text{Efisiensi inhibisi} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \quad (10)$$

Ket: v_{ko} = laju reaksi korosi tanpa inhibitor

v_{ki} = laju reaksi korosi dengan inhibitor

3.4.6 Prosedur Analisis Silika Dengan XRF (Munasir dkk., 2012)

Karakteristik jenis unsur dan jumlah unsur yang terkandung dalam ekstrak silika dianalisis menggunakan XRF. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan *calibration check* menggunakan beberapa logam standar. Jika pembacaan

calibratoin check diulang sebanyak 3 kali tidak memiliki penyimpangan yang jauh maka dianggap proses kalibrasi selesai. Selanjutnya dilakukan pembersihan material sampel sampai terlihat mengkilap dan bersih dari pengotor. Kemudian dilakukan pengujian dengan metode pengujian yaitu ditembakkan dengan sampel di taruh di bawah atau diletakkan pada penyangga bawaan kemudian sampel diletakkan di atasnya. Setelah penembakan akan tampil semua unsur komposisi penyusun material.

3.4.7 Prosedur Analisis Morfologi Menggunakan SEM (Fadli, 2011)

Pengujian SEM dilakukan dengan mempersiapkan sampel agar permukaan yang diamati dapat terlihat jelas. Preparasi permukaan sampel dilakukan dengan pengamplasan dan pembuangan kotoran yang menempel menggunakan resin sehingga terhindar dari oksidasi. Setelah itu memotong spesimen sesuai ukuran pada mesin foto pengujian SEM. Kemudian meletakkan spesimen yang sudah siap ke dalam mesin foto dan dilakukan pengujian SEM.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

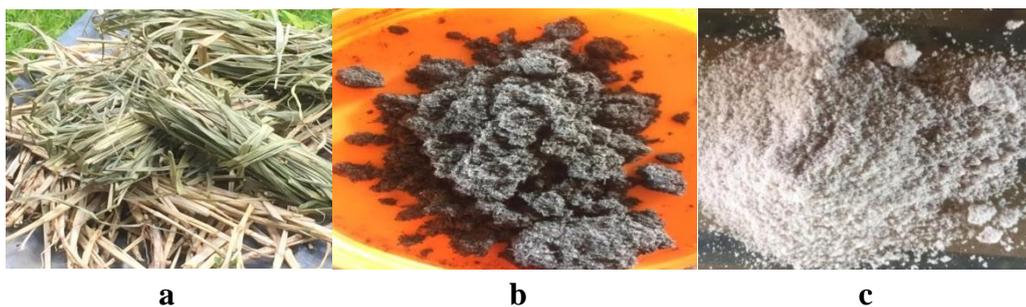
4.1 Preparasi Rumput Gajah

Rumput gajah kering telah dikarbonasi menghasilkan arang RG yang berwarna hitam. Arang RG yang telah halus diabukan menggunakan *furnace* menghasilkan ARG yang berwarna putih keabuan, dimana hasil preparasi rumput gajah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil preparasi rumput gajah

Sampel	Hasil preparasi
Rumput gajah kering	15 kg
Arang RG	2 kg
ARG	43 g
Rendemen ARG	0,28%

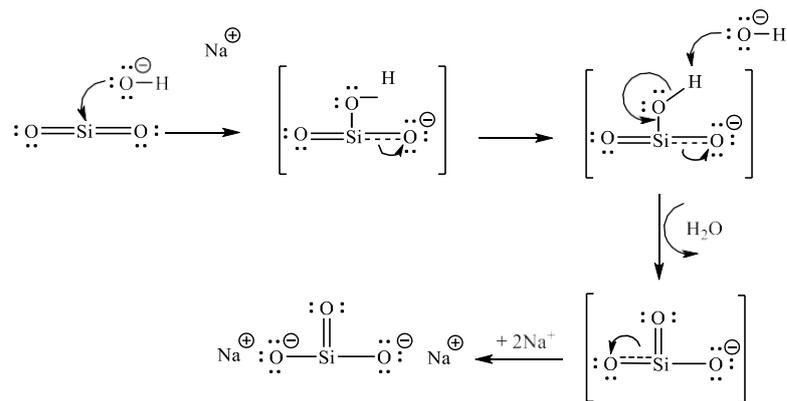
Hasil rendemen ARG yang diperoleh dari perhitungan terdapat pada Lampiran 4 menggunakan Persamaan 8. Adapun hasil preparasi RG dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. RG kering(a), arang RG(b) dan ARG(c)

4.2 Ekstraksi Silika dari ARG

Hasil ekstraksi silika dari ARG diperoleh dari hasil preparasi sampel berupa filtrat natrium silikat yang berwarna putih keabuan dimana reaksi pembentukan natrium silikat dapat dilihat pada Gambar 6.



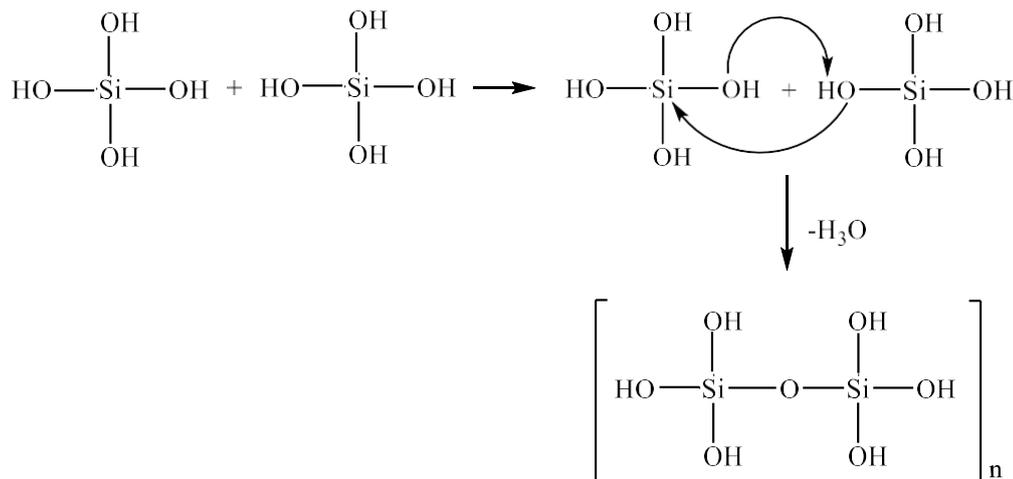
Gambar 6. Reaksi pembentukan natrium silikat (Yusrin dkk., 2014).

Larutan NaOH yang merupakan basa kuat akan terdisosiasi sempurna di dalam air menjadi ion Na⁺ dan ion OH⁻. Ion OH⁻ ini merupakan spesi negatif (nukleofil) kuat berupa basa lewis yang akan menyerang gugus fungsi yang memiliki spesi positif (elektrofil) yaitu gugus Si pada SiO₂. Serangan nukleofil (OH⁻) terhadap elektrofil (Si) menyebabkan terjadinya kelebihan elektron pada Si akhirnya mengakibatkan terjadinya perpindahan elektron dari Si ke salah satu atom O yang memiliki ikatan phi (rangkap) dari SiO₂. Hal ini mengakibatkan terjadinya reaksi adisi pada atom Si=O menjadi Si-O⁻ sehingga menghasilkan SiO₂OH. Penyerangan oleh nukleofil OH pada reaksi ini terjadi dua kali. Dimana OH kedua menyerang H⁺ yang terprotonasi pada gugus OH dalam SiO₂OH. Penyerangan OH ke H⁺ membentuk molekul H₂O yang terlepas dari Si melalui reaksi dehidrogenasi. Lepasnya ion H⁺ menyebabkan terbentuknya ikatan rangkap antara atom O yang ditinggalkan oleh H⁺ dengan Si membentuk Si=O. Selain menghasilkan molekul air (H₂O), reaksi dehidrogenasi menyebabkan atom Si kelebihan elektron sehingga mengakibatkan terjadinya pemutusan ikatan pada Si=O kedua dan membentuk Si-O⁻ sehingga akhirnya terbentuk SiO₃²⁻. Silikat yang terbentuk selanjutnya bereaksi dengan dua buah ion Na⁺ yang berasal dari NaOH yang ekuivalen membentuk natrium silikat (Aeni dkk., 2017).

Larutan natrium silikat yang terbentuk digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan silika gel. Adapun reaksi pembentukan yang terjadi sehingga adanya proses pembentukan silika gel menurut Yusrin dkk. (2014) dapat dilihat pada Persamaan 11.



Proses pengasaman pada pembentukan silika gel dilakukan bertujuan membentuk asam silikat yang merupakan monomer dari silika gel dan berpolimerisasi membentuk dimer, trimer dan akhirnya membentuk polimer asam silikat. Selain itu, penambahan HCl mengakibatkan terjadinya pembentukan gugus siloksan (Si–O–Si) yang melibatkan reaksi substitusi nukleofilik atom O dari salah satu monomer Si(OH)₄ yang akan menyerang Si dari monomer Si(OH)₄ lainnya dan melepas salah satu gugus –OH. Pada saat bersamaan ion OH⁻ yang terlepas akan menyerang ion H⁺ untuk membentuk H₂O (Meilina, 2010). Ikatan siloksan yang terbentuk akan menghasilkan struktur siklis yang dapat membentuk bola-bola polimer (Aeni dkk., 2017) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Reaksi pembentukan polimer silika (Aeni dkk., 2017)

Proses pembentukan gel didiamkan selama 24 jam bertujuan agar makin tebal jaringan yang terbentuk untuk membentuk gel, dan akan mengalami

pelepasan garam-garam yang tersisa. Dengan adanya gugus –OH dalam struktur padat mengakibatkan polimer silika mudah menyerap molekul air. Banyaknya air yang dijerap mengakibatkan struktur menjadi gel yang disebut juga silika hidrogel (Aeni dkk., 2017). Adapun silika hidrogel yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Silika Hidrogel

Silika hidrogel hasil penyaringan diperoleh residu yang berwarna putih. Pencucian residu dengan akuades agar garam-garam yang tersisa dalam silika hidrogel dapat larut. Pengeringan silika hidrogel dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam terjadi gejala sinersis dimana air yang terjebak dalam silika lepas sedikit demi sedikit karena adanya ikatan hidrogen antara O dan H pada silika dengan air yang mudah putus karna panas (Sholikha dkk., 2010). Hasil akhir dari ekstraksi silika ARG berupa serbuk silikat berwarna putih setelah pemanasan, dimana dapat dilihat pada Persamaan 12.



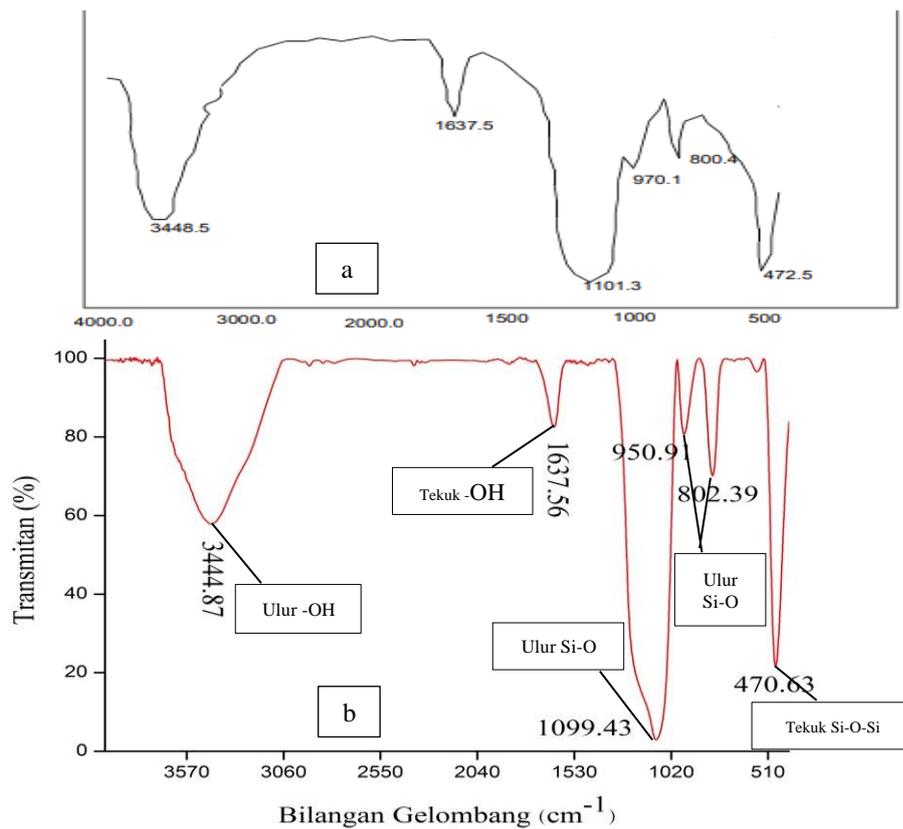
Silikat hasil ekstraksi dari 20 g ARG diperoleh sebanyak 14,31 g. Hasil perhitungan terdapat pada Lampiran 4 dengan rendamen yang diperoleh sebesar 71,55%. Hasil rendamen yang diperoleh dengan menggunakan metode presipitasi cukup baik dalam proses ekstraksi silika dari ARG dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Silikat Hasil Ekstraksi

4.3 Karakterisasi Silikat Menggunakan FTIR

Karakterisasi silikat hasil ekstraksi dari ARG menggunakan FTIR yaitu untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat pada hasil ekstraksi berdasarkan spektrum FTIR yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Spektrum FTIR silikat standar(a) dan silika dari ARG(b)

Silikat yang diperoleh dari ARG menggunakan metode ekstraksi dianalisis dengan FTIR dan spektrumnya dapat dilihat pada Gambar 10. Spektrum FTIR

menunjukkan adanya beberapa gugus fungsi dalam sampel, baik gugus fungsi dari silika maupun gugus fungsi dari pengotor yang tidak bisa dibersihkan seluruhnya.

Karakterisasi dengan menggunakan FTIR pada rentang gelombang 500-4000 cm^{-1} . Umumnya pola serapan silika yang muncul adalah gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang menunjukkan bahwa silikat hasil ekstraksi dari ARG benar senyawa silikat yang diharapkan. Menurut Setiadji dkk., (2017) daftar bilangan gelombang silikat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Daftar Bilangan Gelombang Silikat

Bilangan Gelombang (cm^{-1})		Interpretasi Silika Standar *	Interpretasi Silika ARG
Silika Standar *	Sampel ARG		
3448,5	3444,87	Vibrasi gugus -OH dari gugus Si-OH	Vibrasi ulur gugus -OH dari gugus Si-OH
1101,3	1099,43	Vibrasi ulur asimetri gugus Si-O dari gugus Si-O-Si	Vibrasi ulur asimetri gugus Si-O dari gugus Si-O-Si
1637,5	1637,56	Vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul air	Vibrasi tekuk gugus -OH dari molekul air
970,1	950,91	Vibrasi ulur gugus Si-O dari gugus Si-OH	Vibrasi ulur gugus Si-O dari gugus Si-OH
800,4	802,39	Vibrasi ulur simetris gugus Si-O dari gugus Si-O-Si	Vibrasi ulur simetris gugus Si-O dari gugus Si-O-Si
472,5	470,63	Vibrasi tekuk dari gugus (Si-O-Si)	Vibrasi tekuk dari gugus (Si-O-Si)

*Sriyanti dkk., 2005

4.4 Pembuatan larutan Inhibitor

Hasil pencampuran ekstrak silikat dengan larutan NaOH 0,001M berupa larutan inhibitor yang berwarna bening. Konsentrasi larutan inhibitor divariasikan dalam 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm untuk mengetahui keoptimalan kerja larutan inhibitor yang diaplikasikan pada baja karbon St-37 ditambahkan epoxy

resin dan *hardener* pada setiap konsentrasi untuk membantu larutan inhibitor melekat pada baja karbon sehingga dapat bekerja secara maksimal. Untuk pengaruh RH pada proses inhibisi korosi dilakukan RH tanpa penambahan inhibitor sebagai kontrol.

4.5 Aplikasi Inhibitor pada Baja Karbon

Pengaplikasian inhibitor pada baja karbon St-37 mengeras selama kurang lebih 12 jam tanpa sinar matahari karena adanya epoxy resin. Inhibitor pada baja dapat menghambat molekul air atau zat lain yang dapat memicu pembentukan korosi. Aplikasi inhibitor pada baja dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaplikasian inhibitor pada Baja

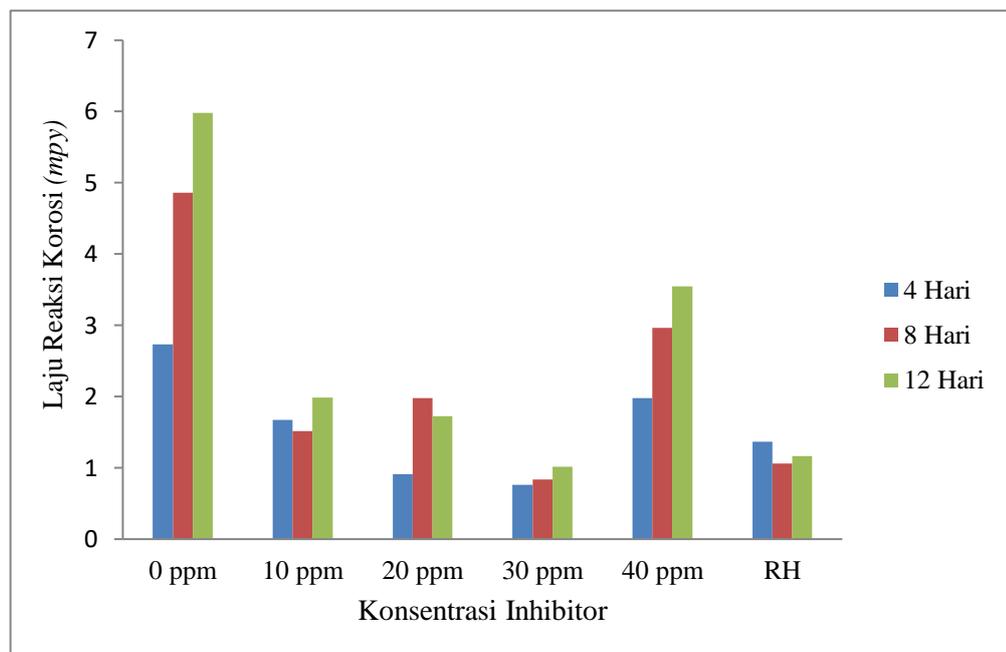
Oksidasi yang terjadi dari Fe menjadi Fe^{2+} oleh oksigen awalnya sudah terlibat. Kemudian, Fe^{2+} teroksidasi kembali oleh oksigen sehingga melepaskan satu elektron menjadi Fe^{3+} . Fe^{3+} direduksi menjadi ion Fe^{2+} melalui kontak dengan logam besi di pori-pori sehingga muncul perubahan warna (Rochmat dkk., 2016). Peristiwa penurunan jumlah kehilangan berat pada sampel baja mengindikasikan bahwa inhibitor silikat berhasil melakukan penghambatan korosi pada besi dengan membentuk endapan lapisan pasif yang dapat melindungi sampel dari perkaratan. Elektron dari oksigen pada silikat digunakan Fe^{2+} untuk tereduksi. Keberadaan lapisan pasif tersebut menyebabkan logam dan larutan uji tidak terjadi kontak

secara langsung sehingga permukaan logam tidak terkena ion Na^+ yang agresif dan akhirnya proses pembentukan karat dapat dihambat (Hermawan, 2007).

4.6 Laju Reaksi Korosi dan Karakterisasi Spesiemen

4.6.1 Laju Reaksi Korosi dalam Media Akuades

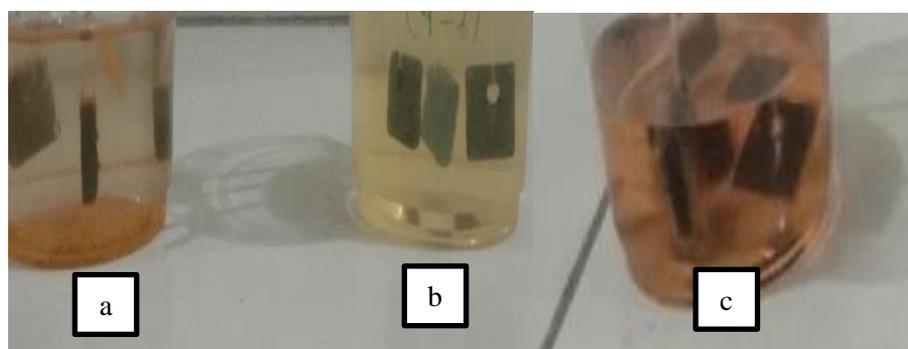
Hubungan antara laju korosi pada baja karbon menggunakan media akuades tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan inhibitor serta penambahan resin dan hardener pada beberapa variasi waktu dapat dilihat Gambar 12. Hasil laju reaksi korosi yang diperoleh dari perhitungan yang terdapat pada Lampiran 5 menggunakan Persamaan 9.



Gambar 12. Grafik laju reaksi korosi dalam media akuades

Data dari perhitungan laju reaksi korosi pada baja karbon dapat dilihat pada Lampiran 4. Pada konsentrasi 0 ppm tanpa penambahan larutan inhibitor dan RH, untuk konsentrasi inhibitor 10, 20, 30 dan 40 ppm dilakukan penambahan RH. Penentuan laju korosi dapat dilakukan dengan beberapa variasi waktu konsentrasi. Semakin lama waktu perendaman maka laju korosi akan semakin meningkat. Proses

perendaman selama 12 hari dalam konsentrasi 0 ppm pada baja karbon dihasilkan laju korosi sebesar 5,97 *mpy*, pelapisan inhibitor konsentrasi 10 ppm sebesar 1,98 *mpy*, pelapisan inhibitor konsentrasi 20 ppm sebesar 1,72 *mpy*, pelapisan inhibitor konsentrasi 30 ppm sebesar 0,75 *mpy*, pelapisan inhibitor konsentrasi 40 ppm sebesar 3,54 *mpy*, dan pelapisan dengan resin hardener sebesar 1,16 *mpy*. Hal ini dapat dilihat pada laju korosi tanpa penambahan inhibitor yang menghasilkan nilai laju korosi yang besar dalam tingkatan variasi. Pada penambahan konsentrasi inhibitor 10, 20, 30 ppm mengalami peningkatan laju korosi tetapi tidak setinggi dengan tanpa penambahan inhibitor menunjukkan nilai laju korosi yang dihasilkan menurun daripada tanpa penambahan inhibitor. Pada konsentrasi 40 ppm peningkatan laju korosi lebih tinggi daripada 10, 20, 30 ppm dikarenakan jika kelebihan konsentrasi dapat merusak dan mempercepat laju korosi pada baja. Penambahan larutan inhibitor dengan konsentrasi 30 ppm merupakan konsentrasi yang optimum pada media akuades. Penambahan larutan inhibitor menunjukkan bahwa korosi yang terjadi pada baja karbon semakin kecil, namun larutan inhibitor mampu menghambat korosi pada konsentrasi tertentu (Adziima dkk., 2013). Teori tersebut sesuai dengan hasil dari penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 13.



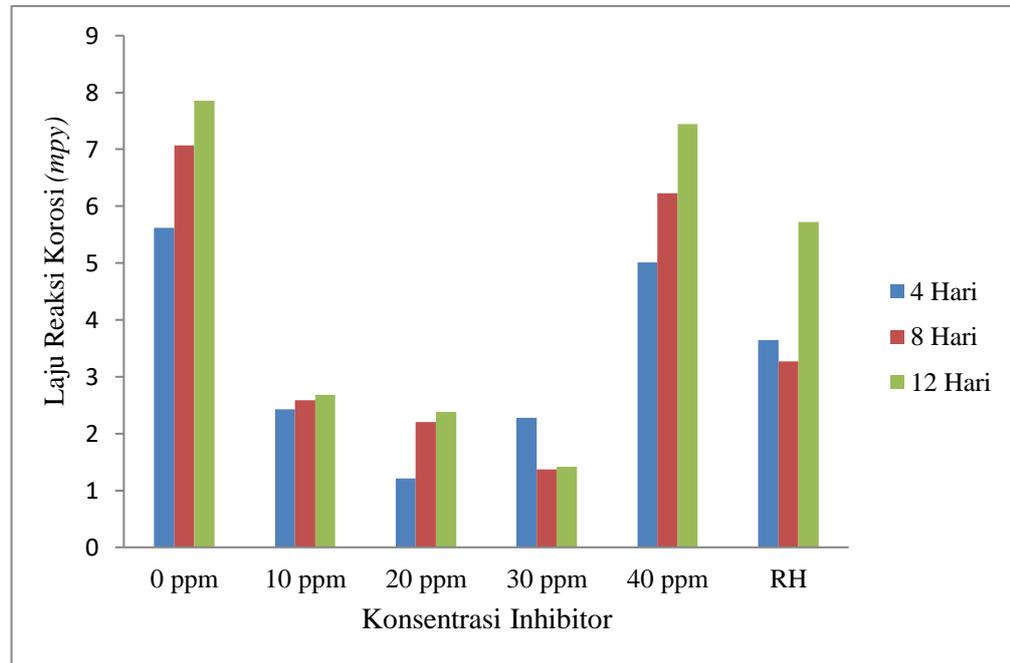
Gambar 13. Plat baja tanpa inhibitor (a), dengan inhibitor (b) dan RH (c) dalam media akuades

Gambar 13(a) terlihat endapan berwarna kecoklatan menandakan terjadinya proses korosi pada baja karbon dalam media akuades. Percobaan dilakukan pada sistem sirkulasi terbuka, seperti pada kondisi yang ada di lapangan, oleh karena itu kandungan oksigen di dalam air terus bertambah bahkan tidak menutup kemungkinan mencapai keadaan jenuh (Dalimunte, 2004). Peristiwa korosi yang terjadi pada Gambar 13(a) merupakan proses elektrokimia, yang mana daerah anodik atau daerah yang bersentuhan dengan akuades mengalami pelarutan atom yang diikuti dengan terjadinya pelepasan elektron sehingga membentuk ion Fe^{2+} yang larut dalam air, sehingga elektron yang terlepas akan mengalir melalui besi menuju ke daerah katodik mengakibatkan terjadinya reduksi gas oksigen dari udara. Ion Fe^{2+} yang larut akan menuju ke katodik sehingga bereaksi dengan ion OH^- membentuk $Fe(OH)_2$ dan akan dioksidasi lanjut oleh oksigen sehingga membentuk karat besi yang diamati berwarna di dalam larutan elektrolit dan mengendap di dasar wadah (Sriwardani dkk., 2019). Pada Gambar 13(b) dengan pelapisan inhibitor tidak terlalu terlihat adanya endapan yang berwarna coklat pada larutan disebabkan penambahan larutan inhibitor pada baja karbon yang menghambat terjadinya proses korosi, sedangkan pada Gambar 13(c) pelapisan dengan RH bertindak sebagai pembanding yang berfungsi membandingkan nilai laju korosi yang terjadi pada baja karbon tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan inhibitor terlihat berwarna coklat yang disebabkan karena adanya proses korosi yang terjadi.

4.6.2 Laju Reaksi Korosi dalam Media Air Laut

Hubungan antara laju reaksi korosi pada baja karbon dengan media air laut tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan inhibitor serta penambahan resin hardener pada beberapa variasi waktu dapat dilihat pada Gambar 14. Hasil

laju reaksi korosi yang diperoleh dari perhitungan yang terdapat pada Lampiran 5 menggunakan Persamaan 9.

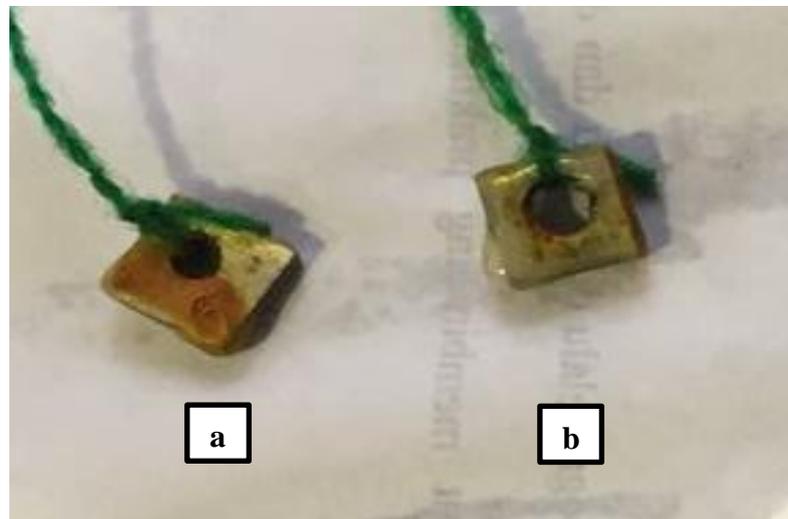


Gambar 14. Grafik laju reaksi korosi dalam media air laut

Data dari perhitungan laju reaksi korosi pada baja karbon dapat dilihat pada Lampiran 4. Proses perendaman selama 12 hari dalam konsentrasi tanpa pelapisan inhibitor pada baja karbon dihasilkan laju korosi sebesar 7,85 *mpy*, pelapisan inhibitor dengan konsentrasi 10 ppm sebesar 2,68 *mpy*, pelapisan inhibitor dengan konsentrasi 20 ppm sebesar 2,38 *mpy*, pelapisan inhibitor dengan konsentrasi 30 ppm sebesar 1,41 *mpy*, pelapisan inhibitor dengan konsentrasi 40 ppm sebesar 6,43 *mpy* dan pelapisan dengan resin dan hardener sebesar 5,72 *mpy*.

Baja mengalami kontak langsung dengan larutan elektrolit yang memicu terjadinya reaksi elektrokimia pada larutan garam. Ion-ion yang terdapat dalam garam berperan sebagai transportasi elektron sehingga semakin tinggi salinitas air laut akan semakin meningkat laju korosi (Rochmat dkk., 2016). Pada Gambar 14 dilihat bahwa dengan pelapisan inhibitor natrium silikat pada baja karbon masih cukup

efektif digunakan dalam media air laut pada konsentrasi dan waktu perendaman tertentu (Suardi, 2007). Pada air laut, semakin tinggi salinitas oleh air laut tersebut maka proses terjadinya laju korosi juga semakin cepat. Namun dengan kondisi pH sampel air laut yang bersifat netral menyebabkan lapisan inhibitor terdegradasi lebih sedikit, akan tetapi terdapat bagian baja karbon yang mengalami korosi dikarenakan tidak terlapsi oleh larutan inhibitor (Sapitri, 2020). Hal ini dapat dilihat pada baja karbon yang memiliki perbedaan proses korosi pada Gambar 15.



Gambar 15. Perbedaan Korosi pada baja (a) tanpa inhibitor dan dengan (b) inhibitor dalam media Air Laut

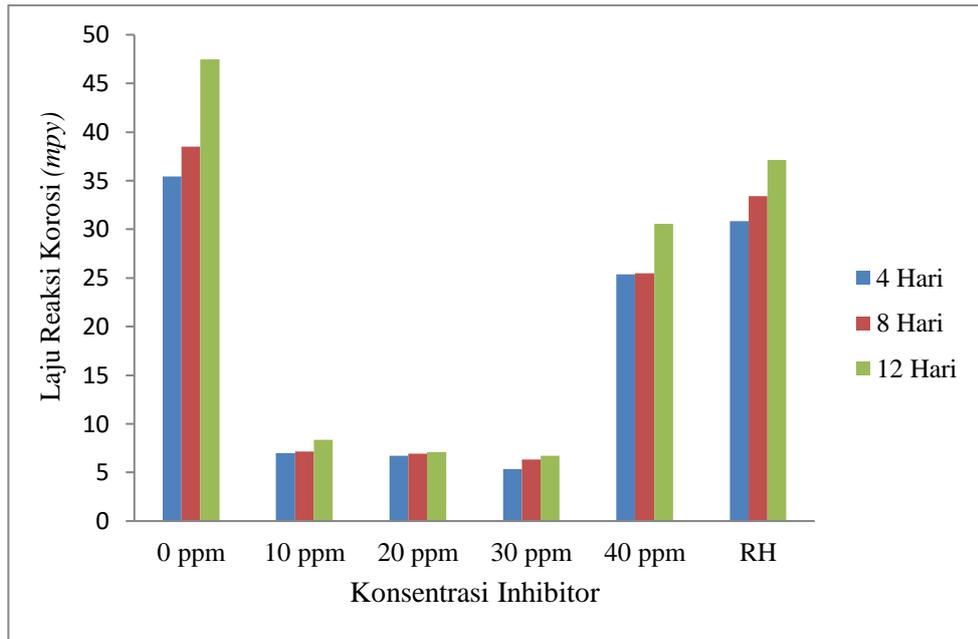
Berdasarkan data dapat diketahui bahwa pada konsentrasi 10, 20 dan 30 ppm ternyata dapat menghambat laju korosi, sedangkan pada konsentrasi 40 ppm laju korosi sangat meningkat disebabkan larutan inhibitor tidak bekerja secara maksimal untuk menurunkan laju korosi, melainkan dapat mempercepat proses korosi dan adanya pelapisan yang tidak merata pada permukaan baja, untuk RH digunakan sebagai pembanding yang berfungsi membandingkan nilai laju korosi pada baja karena RH sendiri merupakan polimer yang melapisi permukaan sehingga menghambat laju korosi. Selain itu, jumlah kehilangan berat dapat

diindikasikan bahwa natrium silikat cukup berhasil dalam proses penghambatan. Pelapisan inhibitor pada baja karbon membentuk lapisan pasif yang dapat mencegah terjadi korosi, pembentukan dari lapisan pasif sangat ditentukan oleh konsentrasi inhibitor yang digunakan dan ion agresif (klorida) yang terdapat dalam air laut (Djunaidi dan utomo, 2007). Larutan inhibitor akan mereduksi laju korosi dengan melakukan modifikasi terhadap polarisasi katodik dan anodik, kemudian mengurangi pergerakan ion ke permukaan logam dan menjebak zat korosif dalam larutan dengan cara pembentukan senyawa yang tidak agresif, sehingga inhibitor terabsorpsi pada permukaan logam yang membentuk suatu lapisan yang tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor dan lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata, akan tetapi dapat menghambat terjadinya proses korosi yang terjadi (Butarbutar dan sunaryo, 2011).

Bentuk lapisan pasif ini akan menghalangi ion-ion yang bersifat korosif masuk ke permukaan baja yang berupa lapisan oksida besi yang menempel pada permukaan baja. Lapisan-lapisan garam yang melapisi anoda menghalangi serangan ion-ion korosif pada permukaan baja sehingga menghambat terjadinya proses korosi (Djunaidi dan utomo, 2007). Hal ini yang menyebabkan laju korosi baja dalam media air laut berkurang.

4.6.3 Laju Reaksi Korosi dalam Media Asam Asetat

Hubungan antara laju korosi pada baja karbon dengan media asam asetat tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan inhibitor serta penambahan dengan resin hardener pada beberapa variasi waktu dapat dilihat Gambar 16. Hasil laju reaksi korosi yang diperoleh dari perhitungan yang terdapat pada Lampiran 5 menggunakan Persamaan 9.



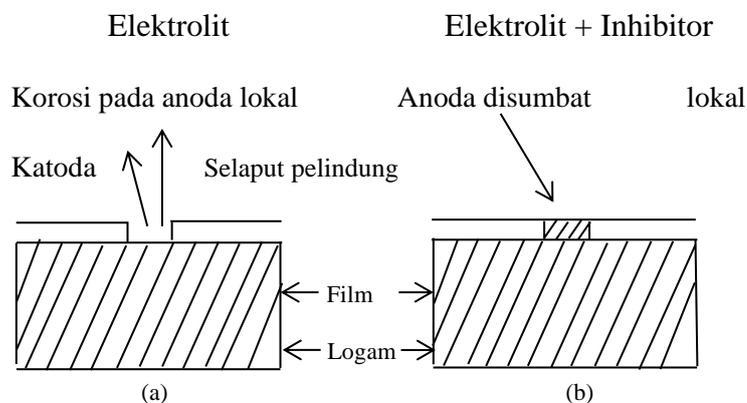
Gambar 16. Grafik laju reaksi korosi dalam media asam asetat

Data dari perhitungan laju reaksi korosi pada baja karbon dapat dilihat pada Lampiran 4 dengan waktu perendaman selama 12 hari pada baja karbon tanpa pelapisan inhibitor sebesar 47,46 *mpy*, pelapisan inhibitor dengan konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm masing-masing sebesar 8,35 *mpy*; 7,09 *mpy*; 6,73 *mpy*; dan 30,54 *mpy*. Sedangkan pelapisan baja karbon dengan menggunakan resin hardener memiliki laju korosi sebesar 37,13 *mpy*. Konsentrasi inhibitor yang meningkat berbanding terbalik dengan laju reaksi korosi, hal ini juga terjadi pada media akuades dan air laut.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kehilangan berat yang terjadi pada baja karbon dalam beberapa konsentrasi dan dengan variasi waktu perendaman yang berbeda mulai 4, 8 dan 12 hari diperoleh kehilangan berat yang cukup signifikan. Hasil ketahanan material baja karbon yang diolesi dengan inhibitor dikategorikan kedalam golongan ‘kurang baik’ apabila berada pada lingkungan dengan pH rendah (<2) (Prasetya, 2011). Massa baja karbon yang berkurang dalam larutan korosif dapat disebabkan oleh berbagai penyebab yaitu terjadinya

pengelupasan lapisan *coating* atau *epoxy* diakibatkan adanya proses oksidasi dengan larutan uji dimana ketebalan pelapisan diabaikan, terkikisnya permukaan sampel pada baja karbon sehingga menyebabkan terjadinya pengkaratan (Suryaningsih dkk., 2019). Berdasarkan beberapa variasi larutan uji yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa hasil persen degradasi terbesar terdapat pada media asam asetat pada perendaman hari ke-12.

Pada kondisi asam, ion H^+ memicu terjadinya reaksi reduksi lainnya yang juga berlangsung. Adanya dua reaksi di katoda pada kondisi asam menyebabkan lebih banyak baja yang teroksidasi sehingga laju korosi yang terjadi semakin besar dilihat dari hasil kehilangan berat (Rizky, 2014). Hal ini menjelaskan mengapa laju korosi dan persen degradasi pada kondisi asam lebih besar daripada kondisi basa dan garam. Asam asetat menyebabkan korosi karena asam asetat memiliki sifat korosi lokal dengan menghilangkan lapisan $FeCO_3$ yang merupakan produk korosi dari korosi CO_2 . Produk korosi dari adanya CO_2 mengendap pada permukaan material dasar dapat menekan laju korosi yang akan terkikis oleh adanya kandungan asam asetat sehingga menyebabkan korosi terjadi secara berkelanjutan (Adham dkk., 2016).



Gambar 17. Efek konsentrasi terhadap inhibitor anodik pada laju korosi (Nugroho, 2015)

Penghambatan korosi dengan inhibitor melalui cara adsorpsi yaitu dengan membentuk suatu lapisan tipis yang tidak terlihat, dapat dipengaruhi juga oleh lingkungan membentuk endapan yang terlihat sehingga melindungi baja dari serangan yang mengkorosi baja dan produk yang dihasilkan membentuk lapisan pasif. Bagian baja yang terkorosi disebut dengan anodik dan bagian baja yang tidak terkorosi disebut katodik. Mekanisme inhibitor dalam mempertahankan lapisan pasif untuk menghambat korosi pada baja karbon dapat dilihat pada Gambar 17. Terlihat pada Gambar 17(a) bagian selaput oksida yang terkelupas akan terjadi korosi, sehingga yang bertindak sebagai katoda yaitu selaput pelindung. Sedangkan yang bertindak sebagai anoda adalah daerah yang terbuka. Pada Gambar 17(b), anion yang ada pada inhibitor anodik akan bereaksi dengan ion logam yang ada dalam larutan dan akan menutup bagian yang bersifat anodik sehingga laju korosi akan berhenti kembali (Nugroho, 2015). Hal ini sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa inhibitor korosi dapat memperlambat proses korosi.

4.7 Efisiensi Inhibisi

Nilai perhitungan efisiensi inhibisi lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5 menggunakan Persamaan 10. Berdasarkan perhitungan tertinggi dan terendah dalam media akuades, air laut dan asam asetat dapat dilihat pada Tabel 7, 8 dan 9.

Tabel 7. Efisiensi inhibisi tertinggi dan terendah dalam media akuades

Hari	Efisiensi Inhibisi Inhibitor (%)				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	RH
12	66,79	71,18	87,28	40,67	80,50
4	38,89	66,66	72,22	27,78	50

Berdasarkan Tabel 7, dalam media akuades nilai efisiensi inhibisi tertinggi terdapat pada waktu perendaman 12 hari dengan penambahan inhibitor pada konsentrasi 30 ppm diperoleh nilai sebesar 87,28%, sedangkan untuk nilai efisiensi terendah terdapat pada waktu perendaman 4 hari dengan penambahan inhibitor pada konsentrasi 40 ppm dengan nilai sebesar 27,78%.

Tabel 8. Efisiensi inhibisi tertinggi dan terendah dalam media air laut

Hari	Efisiensi Inhibisi Inhibitor (%)				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	RH
12	65,80	69,67	81,93	18,06	27,09
4	51,35	56,75	59,45	10,81	35,13

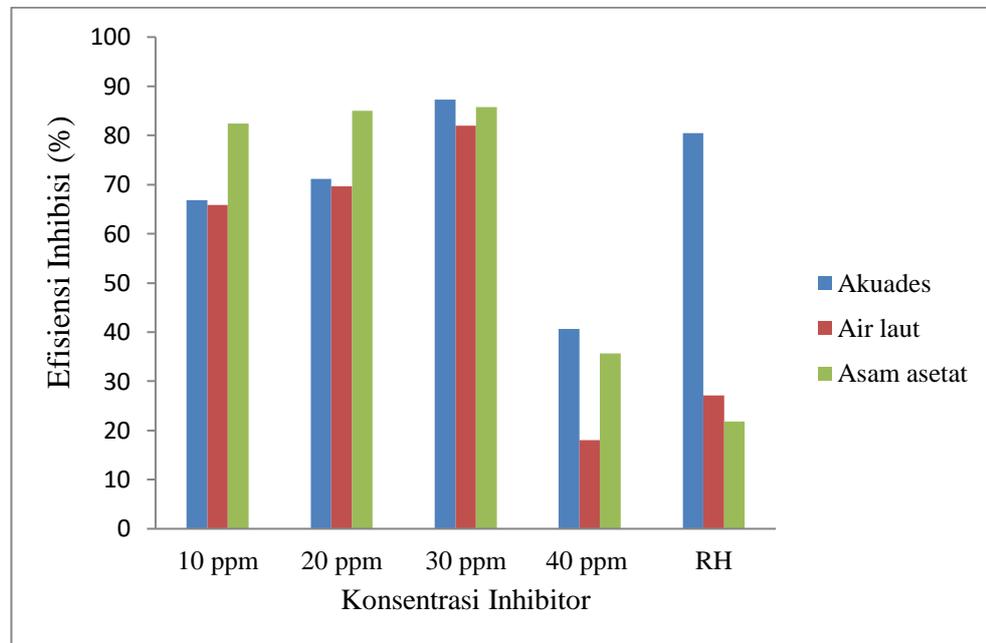
Tabel 8 menunjukkan bahwa dalam media air laut nilai efisiensi tertinggi terdapat pada waktu perendaman 12 hari dengan penambahan inhibitor dengan konsentrasi 30 ppm diperoleh nilai sebesar 81,93%, sedangkan untuk nilai efisiensi terendah terdapat pada waktu perendaman 4 hari dengan penambahan inhibitor pada konsentrasi 40 ppm diperoleh sebesar 10,81%.

Tabel 9. Efisiensi inhibisi tertinggi dan terendah dalam media asam asetat

Hari	Efisiensi Inhibisi Inhibitor (%)				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	RH
12	82,39	85,05	85,80	35,64	21,77
4	80,25	81,11	84,97	28,32	12,87

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada media asam asetat nilai efisiensi inhibisi tertinggi terdapat pada waktu perendaman 12 hari dengan penambahan inhibitor konsentrasi 30 ppm diperoleh nilai sebesar 85,80%, sedangkan untuk nilai efisiensi inhibisi terendah terdapat pada waktu perendaman 4 hari dengan penambahan inhibitor konsentrasi 40 ppm diperoleh nilai sebesar 28,32%. Hasil

nilai efisiensi inhibisi dalam media akuades, air laut dan asam asetat dapat dilihat pada Lampiran 3. Hubungan efisiensi inhibisi terhadap konsentrasi inhibitor dalam media akuades, air laut dan asam asetat dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik efisiensi inhibisi korosi selama 12 hari perendaman

Grafik pada Gambar 18 menunjukkan bahwa nilai efisiensi inhibisi korosi sangat berpengaruh terhadap konsentrasi inhibitor yang diberikan. Menurut Saratha dkk. (2009) semakin besar konsentrasi inhibitor yang ditambahkan maka semakin besar pula nilai efisiensi inhibisinya. Tetapi, nilai efisiensi inhibisi juga memiliki batas optimum. Nilai optimum diperoleh pada larutan inhibitor konsentrasi 30 ppm pada media akuades, air laut dan asam asetat. Adanya nilai efisiensi inhibisi yang diperoleh dari konsentrasi yang berbeda maka nilai yang optimum untuk penggunaan larutan inhibitor juga diperoleh. Hal ini disebabkan terbentuknya lapisan oksida tipis pada permukaan baja karbon yang telah dilapisi dengan larutan inhibitor sehingga dapat melindungi baja karbon dari proses korosi (Mahardika dkk., 2016).

Larutan inhibitor dapat menghambat proses korosi pada baja dan dengan penambahan resin hardener pada larutan inhibitor yang berfungsi sebagai perekat larutan inhibitor pada baja. Penambahan resin hardener dapat lebih meningkatkan efisiensi inhibitor karena berfungsi sebagai penghalang bagi lingkungan untuk bereaksi langsung dengan baja. Memicu pada penelitian Sapitri (2020), yang memperoleh laju korosi tanpa penambahan larutan inhibitor sebesar 0,22 *mpy* dan pada penambahan inhibitor konsentrasi 10 ppm sebesar 0,09 *mpy* selama 12 hari pada media air laut. Sedangkan hasil penelitian ini laju korosi tanpa penambahan inhibitor diperoleh sebesar 7,85 *mpy*, untuk penambahan inhibitor konsentrasi 10 ppm sebesar 2,68 *mpy* dan hasil pelapisan dengan epoxy sebagai kontrol sebesar 5,72 *mpy* selama 12 hari pada media air laut. Penambahan inhibitor natrium silikat dapat menurunkan laju reaksi korosi dan akan bekerja secara baik bila ditambahkan dengan resin hardener. Memicu pula pada penelitian Noviyanti dkk. (2016), yang memperoleh efisiensi inhibisi dari natrium silikat tanpa penambahan resin hardener 81% sehingga membuktikan bahwa inhibitor dapat menghambat korosi meskipun tanpa penambahan resin. Adanya resin hardener membuat fungsi inhibitor bekerja secara maksimal dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama dan saat diaplikasikan ke lingkungan dapat menghemat penggunaan inhibitor.

Nilai efisiensi inhibisi yang dihasilkan dari setiap media yang digunakan, diperoleh bahwa dalam media akuades memiliki tingkat efisiensi yang tinggi dari media korosif yang digunakan. Sehingga dari hasil yang didapatkan untuk penggunaan inhibitor korosi dapat digunakan pada daerah-daerah pegunungan atau daerah sekitar lautan yang jauh dari pabrik-pabrik pembentuk hujan asam.

4.8 Analisis Silikat menggunakan XRF

Hasil ekstraksi setelah dilakukan analisis dengan menggunakan XRF diperoleh kadar SiO_2 (silika) dalam abu rumput gajah sebesar 89,34%, sedangkan pada hasil penelitian Setiadji dkk., (2017), kadar SiO_2 sebesar 71,91%. Hal ini disebabkan adanya perbedaan konsentrasi NaOH yang digunakan. Konsentrasi NaOH yang digunakan pada penelitian ini sebesar NaOH 5M sedangkan pada penelitian sebelumnya sebesar NaOH 1M. Larutan NaOH bertindak sebagai aktivator dalam pelarut garam silikat. Semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan maka silika yang diperoleh akan bertambah (Syafriadi dkk., 2021). Kandungan unsur-unsur lain seperti K, Ca, Zn, Mn, K_2O dan yang lainnya sangat sedikit dapat dilihat pada Tabel 10 dan lampiran 5. Hal tersebut disebabkan karena kelarutan silika dalam pelarut basa yang cukup tinggi.

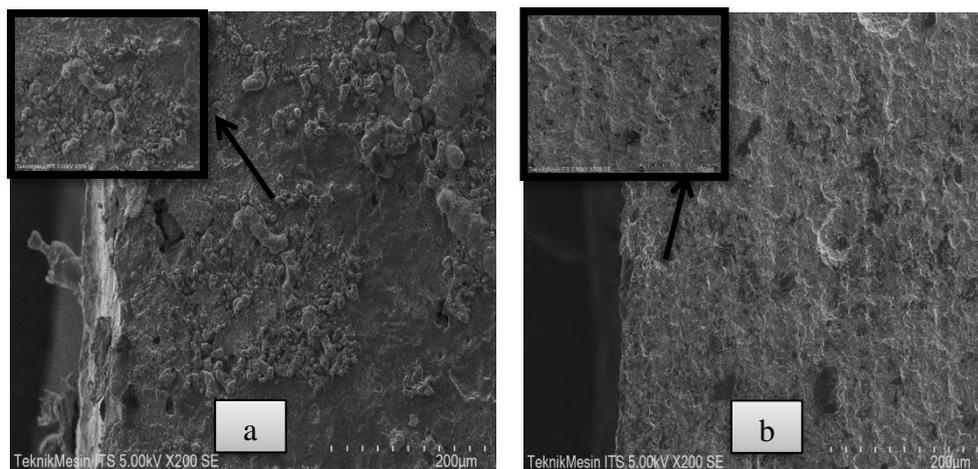
Tabel 10. Hasil Analisis Silikat menggunakan XRF hasil ekstraksi dari ARG

Parameter	Hasil (%)	Referensi (%) [*]
Si	72,53	33,61
K	16,4	3,58
Ca	4,93	-
Zn	2,56	-
Mn	0,94	0,36
SiO_2	89,34	71,91
K_2O	7,2	4,31

^{*}Setiadji dkk., 2017

4.9 Hasil Analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Hasil uji SEM yaitu untuk melihat morfologi permukaan pada baja karbon yang mengalami proses korosi dalam perbesaran 200x dan 500x dalam media asam asetat dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Morfologi permukaan baja karbon (a) tanpa perlakuan korosi dan (b) dengan penambahan inhibitor 30 ppm pada pembesaran 200x dan 500x dalam media asam asetat

Hasil uji SEM-EDX pada baja karbon hanya dilakukan pada sampel yang tanpa ada perlakuan dan juga pada sampel dengan penambahan inhibitor 30 ppm dengan waktu perendaman 12 hari dalam media asam asetat. Uji SEM dilakukan di dekat lubang dari baja karbon untuk melihat perbedaan pengaruh penambahan konsentrasi inhibitor dan tanpa perlakuan pada setiap baja karbon dengan menggunakan pembesaran 200x, 500x, 1000x, dan 2000x yang dapat dilihat pada Lampiran 6.

Pada gambar 20(a) menunjukkan morfologi permukaan baja karbon tanpa perlakuan korosi terlihat adanya perbedaan permukaan dibandingkan dengan baja karbon yang dilapisi inhibitor, dimana terbentuk banyak endapan/gumpalan yang menandakan terjadinya korosi yang cukup parah. Gambar 20(b) menunjukkan morfologi permukaan baja karbon dalam media asam asetat pada konsentrasi 30 ppm dengan waktu perendaman 12 hari terlihat bahwa permukaan baja karbon yang terkorosi menunjukkan terbentuk endapan/gumpalan pada bagian tertentu, hal ini dikarenakan adanya pelapisan inhibitor yang tidak merata khususnya pada

bagian di dekat lubang baja karbon. Proses korosi yang terjadi pada baja karbon dengan media asam asetat terdapat sedikit perubahan tampilan yaitu adanya gambar berwarna gelap menunjukkan daerah yang terkena korosi yang sering disebut *pitting corrosion* (Badaruddin dkk., 2006). Permukaan baja karbon yang dilapisi dengan inhibitor korosi hanya terlihat sedikit membentuk *pitting corrosion*. Hal ini disebabkan karena larutan inhibitor teradsorpsi dengan baja karbon sehingga tidak dapat bereaksi bebas, tidak seperti dengan baja karbon yang tidak terlapisi oleh larutan inhibitor korosi (Indrayani, 2016).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil ekstraksi diperoleh rendemen silika sebesar 71,55%. Hasil karakterisasi silika didapatkan gugus $-OH$ pada bilangan gelombang $3444,87\text{ cm}^{-1}$ dan adanya gugus fungsi siloksi (Si-O) dari gugus siloksan (Si-O-Si) pada bilangan gelombang $1099,43\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa silikat hasil ekstraksi ARG benar senyawa silika yang diharapkan dengan hasil XRF kadar silika sebesar 89,34%. Konsentrasi optimum terdapat pada media akuades yaitu 30 ppm. Keefektifan inhibitor terhadap laju korosi berdasarkan media perendaman yang digunakan yaitu akuades > asam asetat > air laut. Efisiensi inhibisi terbesar dalam media akuades sebesar 87,28%, kemudian menurun pada media asam asetat sebesar 85,80% dan air laut sebesar 81,93% selama 12 hari perendaman. Hasil analisis SEM pada baja karbon yang tidak terlapiasi dengan inhibitor natrium silikat mengalami pengikisan sedangkan yang terlapiasi, korosi yang terbentuk hanya sedikit.

5.2 Saran

Setelah dilakukannya penelitian ini, maka peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lanjutan:

1. Pengujian kerja ekstrak abu rumput gajah perlu dikembangkan pada logam-logam jenis lain yang sering digunakan dalam perindustrian maupun rumah tangga.
2. Pengujian dengan metode lain untuk memahami dengan pasti kerja ekstrak abu rumput gajah dalam menghambat laju korosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, F., Kurniawan, B.A., dan Noerochim, L., 2016, Pengaruh pH, Kecepatan Putar, dan Asam asetat terhadap Karakteristik CO₂ Corrosion Baja ASME SA516 Grade 70, *Jurnal Teknik ITS.*, **5**, (2): 2337-3539.
- Adziimaa, A.F., Risanti, D.D., dan Mawarni, L.J., 2013, Sintesis Natrium Silikat dari Lumpur Lapindo sebagai Inhibitor Korosi, *Jurnal Teknik Pomits*, **2**, (2); F-384 – F389.
- Aeni, N.D., Hadisantoso, P.E., dan Suhendar, D., 2017, Adsorpsi ion logam Mn²⁺ dan Cu²⁺ oleh silika gel dari abu Ampas Tebu, *al-Kimiya*, **4**, (2); 70-80.
- Amin, N., Khattak, S., Noor, S., and Ferroze, I., 2016. Synthesis And Characterization Of Silica From Bottom Ash Sugar Industry, *Journal of Cleaner Production*, **117**; 207-211.
- Aminullah, Rohaeti, E. and Irzaman., 2015, Reduction Of High Purity Silicon From Bamboo Leaf As Basic Material In Development Of Sensors Manufacture In Satellite Technology, *Procedia Environmental Sciences*, **24**; 308-316.
- Ananthi, D., Geetha and Ramesh, P.S., 2016, Preparation and Characterization of Silica Material from Rice Husk Ash—An Economically Viable Method, *Journal of Chemistry and Materials Research.*, **8**, (6); 1–7.
- Ariyanto, B.F., Luklukyah, Z., dan Rahayu, T.P., 2020, Pertumbuhan Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberi Penambahan Pupuk Kandang Kambing, *Strategi Ketahanan Pangan Masa New Normal Covid-19*, **4**, (1); 413-418.
- Asmara, Y.P., Kurniawan, T., Sutjipto, A.G.E., dan Jafar, J., 2018, Application of Plants Extracts as Green Corrosion Inhibitors for Steel in Concrete, *Indonesian Journal of Science & Technology*, **3**, (2); 158-170.
- Awizar, D.A., Othman, N.K., Jalar, A., Daud, A.R., Rahman, I.A., and Al-hardan, N.H., 2013, Nanosilicate Extraction from Rice Husk Ash as Green Corrosion Inhibitor, *International Journal of Electrochemistry Scienc*e, **8**, (3); 1759-1769.
- Badaruddin, M., Suudi, A. dan Hamni, A., 2006, Perilaku Korosi Retak Tegang Stinless Steel 304 dalam Lingkungan Asam Sulfat Akibat Prestrain, *Makara Teknologi*, **10**, (2); 67-71.
- Bahar, S., and Natsir, A., 2011, Improvement of Forage Management For Bali Cattle in South Sulawesi, *JITP*, **1**, (3); 181-184.
- Butarbutar, S.L., dan Sunaryo, G.R., 2011, Analisis Mekanisme Pengaruh Inibitor Siskem pada Material Baja Karbon. *Prosiding Seminar Nasional Ke-17 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir Yogyakarta*, BATAN; 23

- Carmona, V.B., Oliveira, R.M., Silva, W.T.L., Mattoso, L.H.C. And Marconcini, J. M., 2013, Nanosilica From Rice Husk: Extraction and Characterization, *Industrial Crops and Products*, **43**; 291-296.
- Chandrasekhar, S., Satyanarayana. K.G., Pramada, P.N., dan Raghavan, P., 2003, Review Processing, Properties and Applications of Reactive Silica from Rice Husk an Overvie, *Journal of Materials Science*, **38**; 3159-3168.
- Dalimunte, I.S., 2004, Kimia Dari Inhibitor Korosi, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Sumatera Utara, Medan; 86-87.
- Disnaskeswan sulselprov, 2016, Buletin Peternakan , *Media Informasi & Komunikasi*, **4**, (1); 18-19.
- Djunaidi., Utomo. S.B., 2007, Pemakaian Inhibitor untuk pengendalian Korosi Pada Sistem Pendingin Sekunder RDG-Gas. *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, **4**, (2); 51-58.
- Fadli, 2011, Studi laju Korosi Baja API 5L GRB N di dalam larutan Asam sulfat 1M dengan penambahan Inhibitor Aniline-4-Sulfonate, Tesis tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Jakarta; 10-16.
- Fahmi, H., dan Nurfalah, A.L., 2016, Analisa Daya Serap Silika Gel Berbahan dasar Abu Sekam Padi, *Jurnal Ipteks Terapan*, **10**, (3); 176-182.
- Fontana, M.G., 2011, *Corrosion Engineering, Materials Science and Engineering Series*, McGraw-Hill International, Singapura.
- Gao, H. dkk. 2011, Study of the Corrosion Inhibition Effect of Sodium Silicate on AZ91D Magnesium Allo, *Elseiver Corrosion Science*, **53**; 1401-1407.
- Haryanti, R., 2018, potensi tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) sebagai agen fitoremediasi terhadap herbisida glifosat (organofosfat), Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta; 1-5.
- Hermawan, B., 2007, Ekstrak Bahan Alami sebagai Inhibitor korosi, *Jurnal kimia*, **3**, (4): 21-37.
- Hermawan, S., Nasution, Y.R.A., dan Hasibuan, R., 2012, Penentuan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Kakao (*Theobroma cacao*), *Jurnal Teknik Kimia USU*, **1**, (2); 31-33.
- Hikmawati, 2010, *Produksi Bahan Semikonduktor Silikon dari Silikon Dioksida Limbah Arang Sekam Padi sebagai Alternatif Sumber Silikon*, Tesis tidak diterbitkan, Institut Pertanian Bogor, Bogor; 9-14.
- Indrayani, N.L., 2016, Studi Pengaruh Ekstrak Eceng Gondok Sebagai Inhibitor Korosi untuk Pipa Baja SS400 pada Lingkungan Air, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, **4**, (2); 98406.
- Insani, M.N., 2019, Analisis Struktur Mikro Material Baja Karbon Rendah (St 37) SNI Akibat Proses Bending.

- Irwan, A., Rasbawati, Asra, R., dan Akhsan, F., 2020, Studi Pertumbuhan Rumput Mulato Pada Bulan Pertama Pasca Pemberian Pupuk Kandang Berbeda, *Jurnal Galung Tropika*, **9**, (3); 247.
- Ishar, 2021, Ekstraksi dan Karakteristik Silika dari Abu Ampas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Sebagai Material anti Korosi Pada Baja Karbon, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar; 6-32.
- Islam, M.N., and Ani, F.N., 2000, Techno-economics of Rice Husk Pyrolysis, Conversion With catalytic Treatment to produce Liquid Fuel, *Bioresource Technology*, **73**; 67-75.
- Jamaluddin, A., dan Adiantoro, D., 2012, Analisis Kerusakan X-Ray Fluoresence (XRF), *Pusat Teknologi bahan bakar Nuklir, BATAN*, (**09-10**); 1979-2409.
- Jenkin, R., 1988, *X-Ray Fluorescence Spectrometry*, John Wiley & Sons, Toronto.
- Jordi, M., Yudo, H., dan Jokosisworo, S., 2017, Analisa pengaruh Proses *Quenching* Dengan Media Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja St 36 Dengan Pengelassn SMAW, *Jurnal Teknik Perkapalan*, **5**, (1); 272-281.
- Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T., and Komarneni, S., 2005, ZSM-5 Zeolite/Porous Carbon Composite: Conventional-and Microwave-Hydrothermal Synthesis from Carbonized Rice Husk, *Microporous and Mesoporous Materials*, **86**; 145-151.
- KPRI., 2014, Profil Industri Baja (<https://kemenperin.go.id>), Diakses pada 18 September 2021.
- Kow, K.W., Yusoff, R., Aziz, A.R.A., and Abdullah, E. C., 2017, Preliminary Evidence for Enhanced Adsorption of Cadmium(II) Ions using Nano-Magnetite Aligned in Silica Gel Matrix, *Chemical Engineering Transactions*, **56**; 1231-1236.
- Kurnia, R.D.I., Abdullah dan Ridha, M., 2014, Studi Laju Korosi Tulangan pada Beton Ringan Busa, *Jurnal Teknik Sipil*, **3**, (2); 85-95.
- Kusdiana, D., Hadist, I., dan Herawati, 2017, Pengaruh Jarak Tanaman Terhadap Tinggi Tanaman dan Berat Segar Per Rumput Gajah Odot (*Pennisetum purpureum* cv. *Mott*), *Jurnal Ilmu Peternakan*, **1**, (2); 32-37.
- Laksmi, A.P., Suedy, S.W.A., dan Parman, S., 2018, Pengaruh Pemberian Pupuk Nanosilica Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Serat Kasar Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum* Schum.) sebagai Bahan Pakan Ternak, *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, **3**, (1); 29-38.
- Lestari, D.E., Pujiarta, S., dan utomo S.B, 2016, Pemantauan Korosi pada Sistem Pendingin Sekunder Reaktor RSG-GAS Menggunakan *Coupon Corrosion*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir, *Pusat Reaktor Serba Guna*, BATAN.

- Lin, K., Chang, J., Chen, G., Ruan, M. and Ning, C., 2007, A Simple Method To Synthesiza Single Crystalline β -Wollastonite Nanowires, *Journal of Crystal Growth*, **300**; 267-271.
- Magga, R., Zuchry, M., Arifin, Y., dan Tatong, B., 2018, Analisis Laju/Ketahanan Korosi pada Baja Karbon Rendah Akibat Tegangan Dalam Menggunakan Metode C-Ring, *SNITT*, P-**44**; 253.
- Mahardika, B., Pratikno H., dan Ikhvani, H., 2016, Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Inhibitor dan Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi dan Penentuan Efisiensi Inhibisi pada Baja Tulangan Beton ST 42 dikondisi Lingkungan Laut, *Jurnal Teknik ITS*, **5**, (2); 2337-3539.
- Maksum, A., 2011, Pengaruh Penambahan Ekstrak Sekam Beras Hitam terhadap Penghambatan Korosi Logam Mild Steel dalam Larutan 1M HCl, Tesis tidak diterbitkan, Universitas Indonesia, Depok; 4-10.
- Meilina, N., 2010, Pengaruh Penambahan Mercaptobenzotiazol (MBT) Terhadap Kemampuan Adsorpsi Silika Gel dari Abu Bagasse Pada Ion Logam Kadmium (II), Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta; 46-47.
- Mujiyanti, D.R., Nuryono dan Kunarti, E.S., 2010, Sintesis dan Karakteristik Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang Dimobilisasi dengan 3-(trimetoksisilil)-1-propantiol, *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, **4**, (2); 150-167.
- Environmental and Industrial Measurements Division., 2009, Standard Operating Prosedure for The X-Ray Floure
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M., dan Darminto, 2012, Uji XRD dan XRF pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2), *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, **2**, (1); 20-27.
- Nasjum, M.R.P., 2020, Kualitas Silase Rumpun Gajah (*pennisetum purpureum*) dengan Penambahan Legum Gamal (*Gliricidia maculata*) dan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar; 4-13.
- Nasution, M., 2018, Karakteristik Baja Karbon Terkorosi Oleg Air Laut, *Buletin Utama Teknik*, **14**, (1); 68-76.
- Nofri, M., 2019, Analisis Ketangguhan Antara Baja St 37 dan baja St 42 dengan Ketebalan dan Variasi Lapisan Karbon Fiber Untuk Kerangka Mobil Listrik, *Jurnal Teknik Mesin*, **21**, (2); 56-65.
- Nofrizal dan Tasliyana, K., 2019, Pengukuran Kinerja Inhibitor Korosi Menggunakan Metode Elektrokimia, *Lembaga Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, **53**, (2); 73-86.

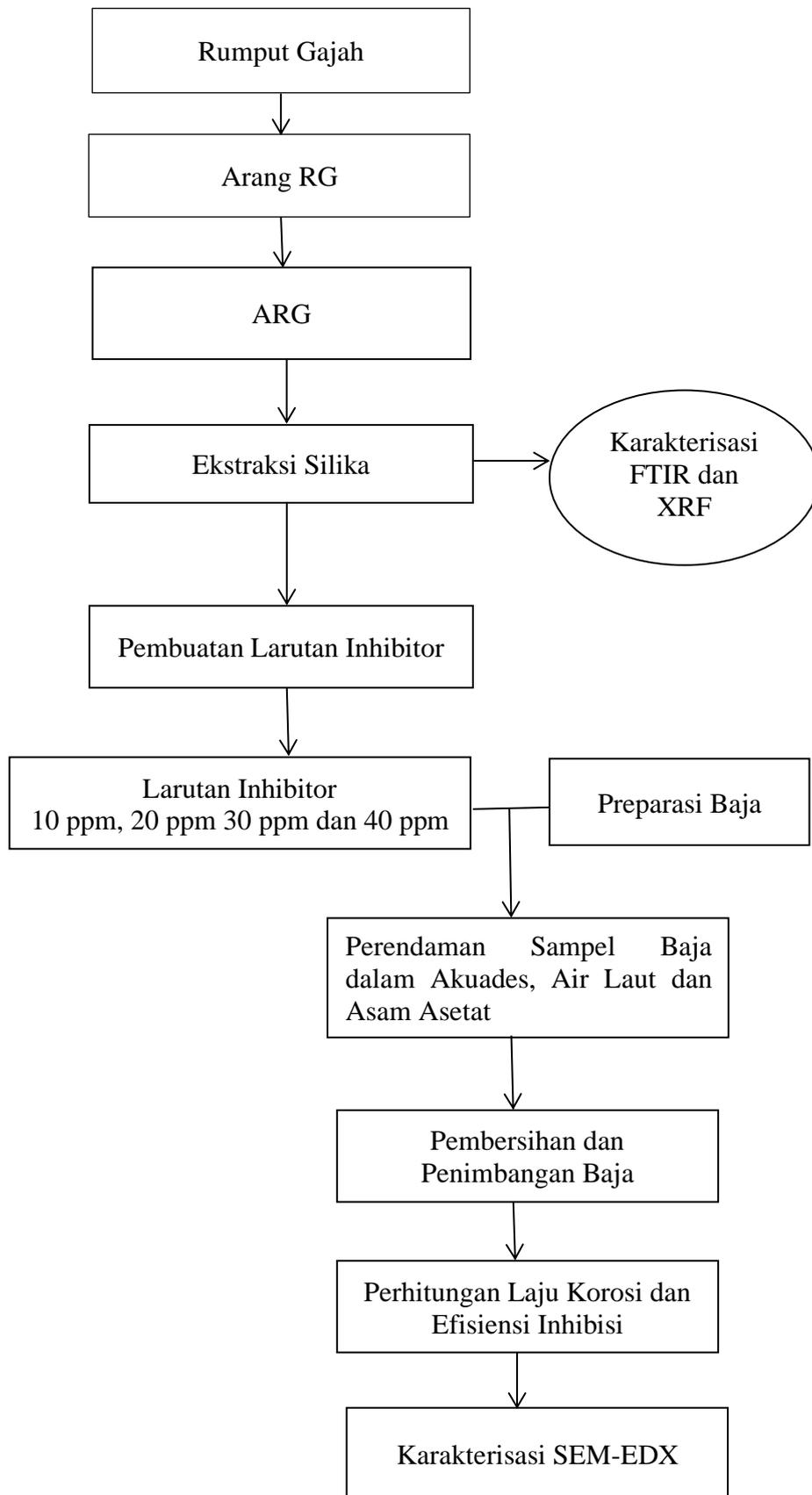
- Noviyanti, A.R., Eddy, D.R. dan Margana, B., 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Silika dari Sekam Padi untuk Pelapis Baja Anti Korosi, *Jurnal Sains*, **8**, (2); 263-273.
- Nugroho, A., 2011, *Pengaruh Penambahan Inhibitor Organik Ekstraksi Ubi Ungu terhadap Laju Korosi pada Material Baja Low Carbon di Lingkungan NaCl 3,5%*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Indonesia, Depok; 1-4.
- Nugroho, F., 2015, Penggunaan Inhibitor untuk meningkatkan Ketahanan Korosi pada Baja Karbon Rendah, *Jurnal Angkasa*, **7**, (1); 151-158.
- Nuryono, 2004, Effect of NaOH concentration on destruction of rice husk ash with wet technique. *Proceeding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA 2004*, FMIPA Universitas Diponegoro, Semarang.
- Prasetya, H., 2011, *Optimasi Proses sand blasting Terhadap Laju Korosi Baja Aisi 430*, Universitas Brawijaya.
- Priyanto, A., 2015, *Sintesis dan Aplikasi Silika dari Abu Daun Bambu Petung (Dendrocalamus Asper (Schult.F.) Backer Ex Heyne) untuk Mengurangi Kadar Ammonium dan Nitrat pada Limbah Cair Tahu*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang; 7.
- Purnawan, C., Martini, T., dan Rini, I.P., 2018, Sintesis dan Karakterisasi Silika Abu Ampas Tebu Termodifikasi Arginin sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II), *AlChemys Jurnal Penelitian Kimia*, **14**, (2); 333-348.
- Putra, A.G., 2008, Pengaruh Variasi Proses Peregangan Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja St 37 pada Proses *Roll Bending*, *Jurnal Teknik*, **VII**, (2);100-112.
- Ramlah., Wijaya, M., Pratiwi, D.E., 2020, Efektivitas Ekstrak Daun Beluntas(*Pluchea indica Less*) sebagai Korosi pada Material Baja Karbon dalam Media NaCl 3,5%, *Jurnal Chemica*, **21**, (1); 86-99.
- Rashid, R.A., Samsudin, R., Hamid, M.A.A. and Jalar, A., 2014., Low Temperature Production of Wollastonite from Limestone and Silica Sand Through Solid State Reaction. *Journal of Asian Ceramic Societies*, **2**, (1); 77-81.
- Rizky, I.M., 2014, Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Laju Korosi Baja 5L dalam Larutan Asam,Basa, dan Garam, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Brawijaya, Malang; 59.
- Rochmat, A., Putra, B.P., Nuryani, E., dan Pramudita, M., 2016, Karakterisasi Material Campuran SiO₂ dan Getah Flamboyan (*Delonix Regia*) sebagai Material Coating Pencegah Korosi pada Baja, *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, **5**, (2); 27-36.

- Rosika K., Dian A., dan Djoko, K., 2007, Pengujian Kemampuan XRF Untuk Analisis komposisi Unsur Paduan Zr-Sn-Cr-Fe-N. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, Pusat Teknologi Nuklir bahan dan radiometri (PTNBR) BATAN*. Bandung.
- Sahoo, M.K., and Kale,P., 2019, Integration of Silicon Nanowires in Solar Cell Structure For Efficiency Enhancement, *Journal of Materiomics*, **5**, (1); 34-38.
- Saleh, M., 2014, Ekstraksi Silika dari Sekam Padi dengan Metode Pelarutan dan Pengendapan Silika serta Analisis Edx dan Ftir, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor; 6-13.
- Sankari, G., Kriahnamoorthy, E., Jayakumar, S., Gunaeakaran, S., Priya, V.V., Subramaniam, S., and Mohan, S.K., 2010, Analysis of serum immunoglobulins using fourier transform infrared spectral measurements. *Biology and Medicine*, **2**, (3); 42-48.
- Santhiarsa, N., Marsyahyo, E., Sonief, A.A., dan Praktiko, 2013, Uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* Tentang Pengaruh Perlakuan NaOH dan KOH pada Serat Arenga Pinnata, *Peran Riset dan Teknologi untuk Perkembangan Industri Pariwisata*, **1**, (1); 1-11.
- Sapitri, D.P., 2020, ekstraksi dan karakterisasi silika dari abu sekam padi (*oryza sativa l.*) sebagai material anti korosi pada baja. Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Univeristas Hasanuddin, Makassar; 6-22.
- Saratha, R., Priya, S.V. and Thilagavathy, P., 2009, Investigation of Citrus aurantiifolia Leaves Extract as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 1 M HCl, *E-Journal of Chemistry*. **6**, (3); 785-795.
- Sardjono, H.K., Diniardi, E., dan Sugianto, 2009, Studi Sifat Mekanis dan Struktur Mikro pada Baja Din 1.7223 41CrMo4 dengan Pengaruh Perlakuan Panas, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, **3**, (1); 42-51.
- Sari, N.K., 2010, *Tanaman Rumput Gajah Penghasil Bioethanol*, Yayasan Humaniora, Surabaya.
- Sari, W.M., 2019, Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana M.*) sebagai Inhibitor pada Baja Tahan Karat Ss-304 dalam Medium Korosif HCl 1M, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, **7**, (2); 207-213.
- Septianingsih, D., Suka, E.G., dan Suprihatin., 2014, Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Klorida Terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah Astm A 139 Tanpa dan Dengan Inhibitor Kalium Kromat 0,2%, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, **2**, (2);147-155.

- Seseray, D.Y., Seragih, E.W., dan Katiop, Y., 2012, Pertumbuhan dan Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Pada Interval Defoliasi yang Berbeda, *Jurnal Ilmu Peternakan*, **7**, (1); 31-36.
- Setiadji, S., Wahyuni, A.S., Suhendar, D., Sundari., C.D.D. dan Ivansyah., A.L., 2017, Pemanfaatan Rumput Gajah sebagai Sumber Silika untuk Sintesis Zeolit T, *jurnal Al-Kimiya*, **4**, (2);51-60.
- Sholikha, I., Friyatmoko, W.K.E., Dewi, and Utami, S., 2010, Sintesis dan Karakterisasi SilikaGel Dari Limbah Abu Sekam Padi (*Oryza Sativa*) dengan Variasi Konsentrasi Pengasaman, *Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY* **2**, **1**, (1); 1–13.
- Shukur, M., Elham, A., and Mohammed, O., 2014, Characteristic of Wollastonite Synthesized from Local Raw Materials, *International Journal of Engineering and Technology*, **4**, (7); 426-429.
- Sibilia, P., 1996, *Guide to Material Characterization and Chemical Analysis, 2nd Edition*, John Willey-VCH, New York.
- Sirait, J., 2017, Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. *Mott*) sebagai Hijauan Pakan untuk Rumansia, *Wartazoa*, **27**, (4); 167-176.
- Sriwardani, N., Ranto., Rohman, N., dan Basori., 2019, Pengaruh Inhibitor Blimbing Wuluh terhadap Pengendalian Korosi Baja Karbon dalam Larutan NaCl, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (JIPTEK)*, **12**, (2); 143-148.
- Sriyanti, Taslimah, Nuryono, and Narsito, 2005, Sintesis bahan hibrida aminosilika dari abu sekam padi melalui proses sol gel, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikas.*, **8**, (1); 1-10.
- Suardi, I. K., dan Suarsana., 2007, Prediksi laju korosi dengan perubahan besar derajat deformasi plastis dan media pengkorosi pada material baja karbon, *jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, **1**, (1); 1-8.
- Sulastri, S., dan Kristianingrum, S., 2010, Berbagai Macam Silika, Sintesis, Karakterisasi dan pemanfaatan, Prosiding Seminar nasional Penelitian, Fakultas MIPA, Univeristas Negeri Yogyakarta, yogyakarta.
- Surahman, 2018, Produksi Biomassa dan Identifikasi Jenis Hijauan pada Padang Pengembalaan Alam Di Desa Tarumpakkae Kecamatan Majauleng Kabupaten Wajo, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Hasanuddin, Makassar; 17.
- Suryaningsih, S., Rizki,S.S.C., dan Suhendi.N., 2019, Analisis Tegangan Tarik Baja API 5L X65 dengan Variasi pembebanan pada Media Korosi Asam Asetat dan Air Laut, *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **09**, (01): 30-37.
- Syafriadi., Marhamah, S., dan Muttaqi, M.A., 2021, Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH pada Zeolit Alam Lampung Terhadap Produk silika, *Jurnal Riset Teknologi Industri*, **15**, (02):397-398.

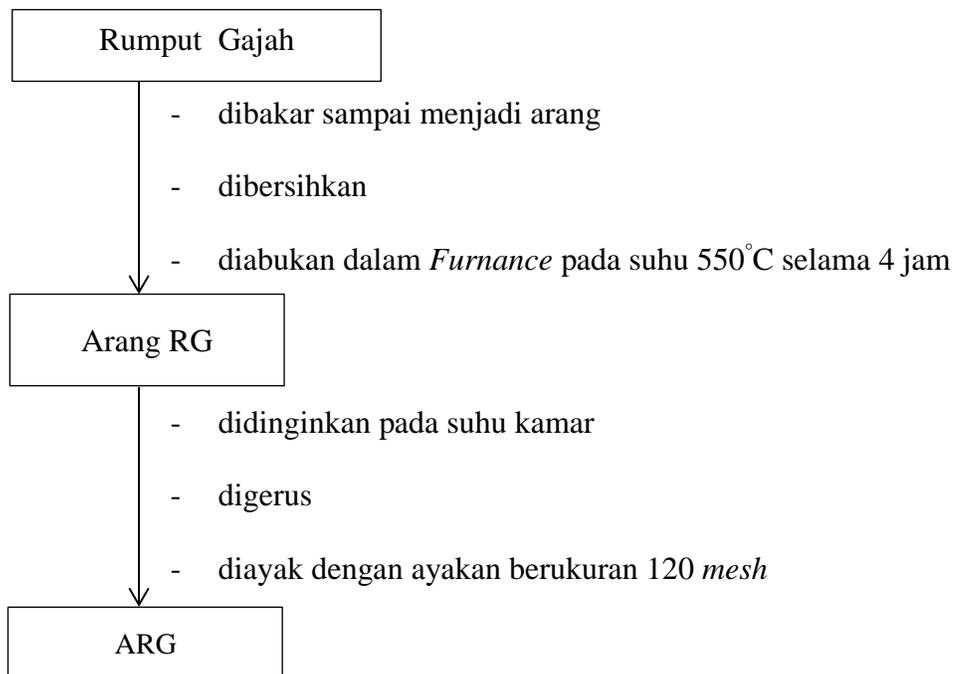
- Tarkono, Siahaan, G., dan Zulhanif, 2012, Studi penggunaan elektroda las yang berbeda terhadap sifat mekanik pengelasan SMAW baja AISI1045, *Jurnal mechanical*, **3**, (2); 51-6.
- Tjahajana, A., 2008, *Strategi Memperkuat Industri Baja Nasional*, Media Industri, Jakarta.
- Utomo, B., 2009, Jenis Korosi dan Penanggulangnya, *KAPAL*, **6**, (2); 138-141.
- Wardani, M.K., 2017, Pemanfaatan Ampas Tebu, dan Serbuk Gergaji sebagai Bahan Insulasi pada Kotak Pendingin ikan, Skripsi tidak diterbitkan, Institut Teknologi Semarang, Surabaya; 5-6.
- Yanuar, A.P., Pratikno, H., dan Titah, H.S., 2016, Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan air Laut Buatan, *Jurnal Teknik ITS*, **5**, (2); G-297-G-302.
- Yusrin, A.F., Susatyo, E.B., dan Mahatmanti, F.W., 2014, Perbandingan Kemampuan Silika Gel dari Abu Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi untuk Menurunkan Kadar Logam Cd^{2+} , *Jurnal MIPA*, **37**, (2); 155-156.

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

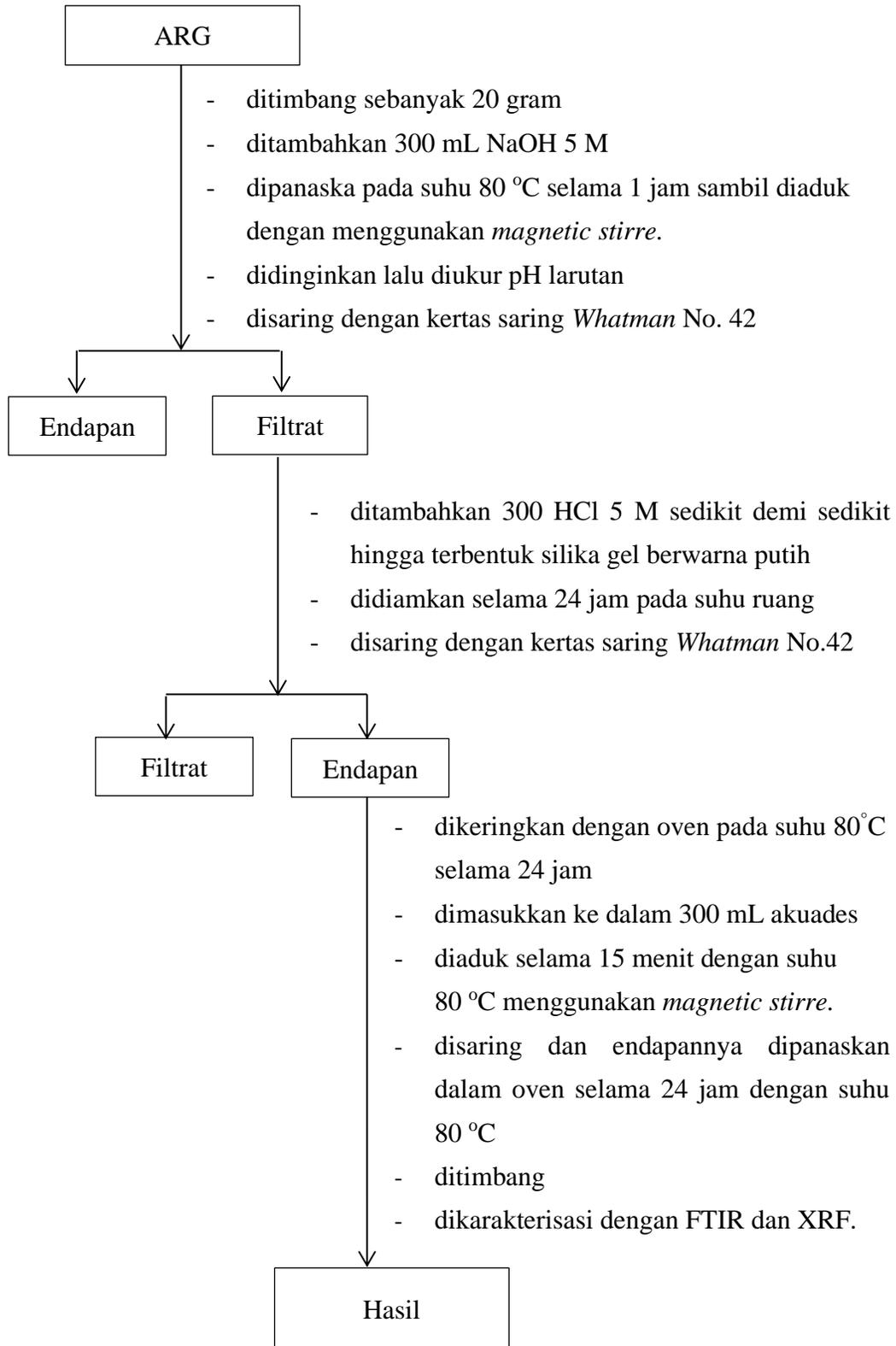


Lampiran 2. Bagan Kerja Penelitian

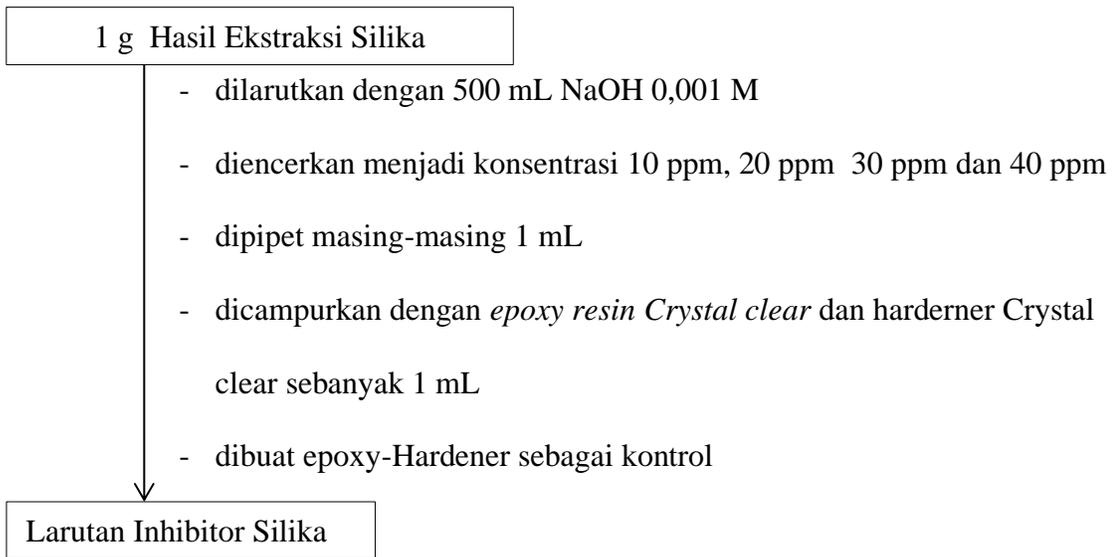
1. Preparasi Sampel (Setiadji dkk., 2017)



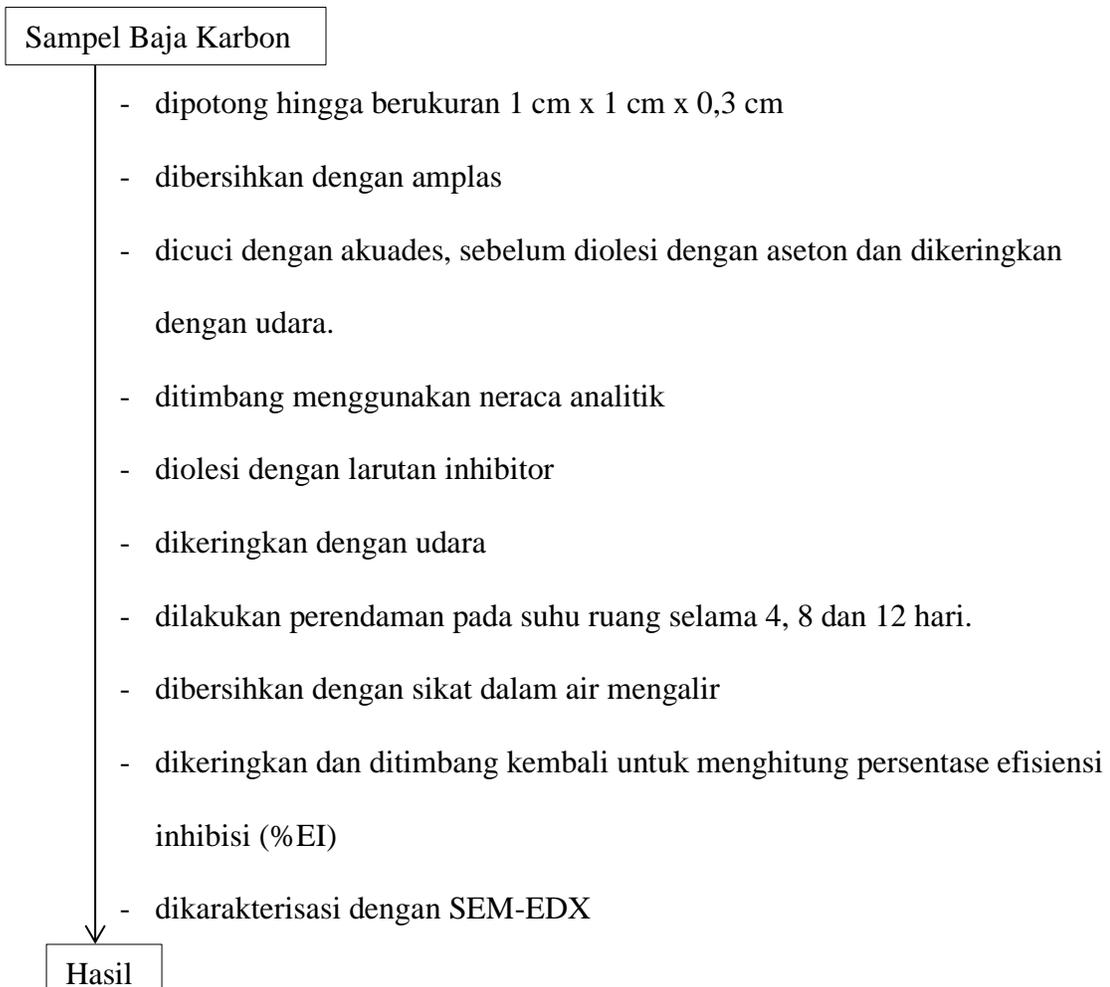
2. Ekstraksi Silika dari ARG (Setiadji dkk., 2017 dan Mujiyanti dkk., 2010)



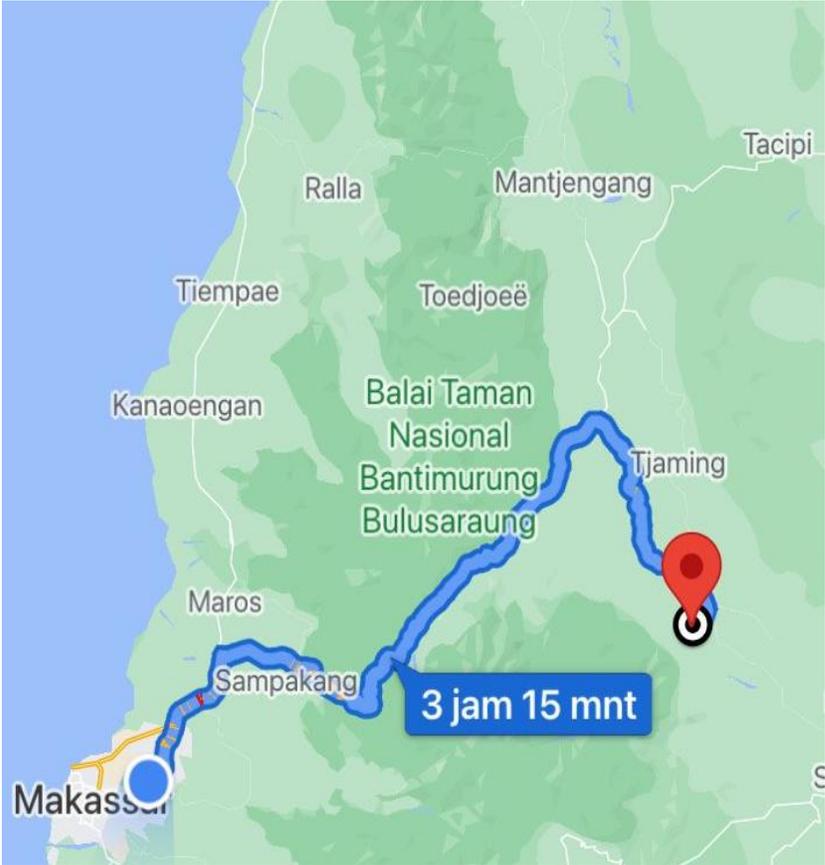
3. Pembuatan Larutan Inhibitor (Awizar dkk., 2013)



4. Penentuan Laju Korosi dan Karakterisasi Spesiemen



Lampiran 3. Peta Pengambilan Sampel



Lampiran 4. Data Tabel Hasil Penelitian

1. Tabel Hasil

1.1 Tabel massa baja

1.1.1 Tabel massa baja dalam media akuades

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Massa Baja Karbon berdasarkan waktu perendaman (g)								
	4 Hari			8 Hari			12 Hari		
	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm
0	2,1131	2,1113	0,0016	2,1688	2,1624	0,0064	2,2485	2,2367	0,0118
10+RH	2,3865	2,3854	0,0011	2,2897	2,2877	0,0020	2,2806	2,2767	0,0039
20+RH	2,1746	2,1740	0,0006	2,1833	2,1807	0,0026	2,3585	2,3551	0,0034
30+RH	2,2230	2,2225	0,0005	2,3865	2,3854	0,0011	2,2350	2,2335	0,0015
40+RH	2,1792	2,1779	0,0013	2,1959	2,1920	0,0039	2,2797	2,2727	0,0070
RH	2,1929	2,1920	0,0009	2,1848	2,1834	0,0014	2,3231	2,3208	0,0023

1.1.2 Tabel massa baja dalam media air laut

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Massa Baja Karbon berdasarkan waktu perendaman (g)								
	4 Hari			8 Hari			12 Hari		
	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm
0	2,1196	2,1159	0,0037	2,2589	2,2496	0,0093	2,2230	2,2075	0,0155
10+RH	2,2218	2,2200	0,0018	2,3025	2,2991	0,0034	2,2011	2,1958	0,0053
20+RH	2,2048	2,2032	0,0016	2,1724	2,1695	0,0029	2,2430	2,2383	0,0047
30+RH	2,0269	2,0254	0,0015	2,1616	2,1598	0,0018	1,9268	1,9240	0,0028
40+RH	2,2385	2,2352	0,0033	2,2363	2,2281	0,0082	2,2283	2,2156	0,0147
RH	2,2262	2,2238	0,0024	2,2275	2,2232	0,0043	2,2840	2,2727	0,0113

1.1.3 Tabel massa baja dalam media asam asetat

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Massa Baja Karbon berdasarkan waktu perendaman (g)								
	4 Hari			8 Hari			12 Hari		
	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm	Sebelum	Sesudah	Δm
0	2,1289	2,1056	0,0233	2,3049	2,2542	0,0507	2,1476	2,0539	0,0937
10+RH	2,2207	2,2161	0,0046	2,1676	2,1582	0,0094	2,2493	2,2328	0,0165
20+RH	2,2587	2,2543	0,0044	2,1372	2,1281	0,0091	2,1772	2,1632	0,0140
30+RH	2,2494	2,2459	0,0035	2,2262	2,2179	0,0083	2,2314	2,2181	0,0133
40+RH	2,2587	2,2420	0,0167	2,3081	2,2746	0,0335	2,1513	2,0910	0,0603
RH	2,1365	2,1162	0,0203	2,2382	2,1942	0,0440	2,1422	2,0739	0,0683

1.2 Tabel Laju reaksi Korosi

1.2.1 Tabel Laju reaksi Korosi pada baja karbon dalam media akuades

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Laju reaksi korosi baja/waktu perendaman (mpy)		
	4 Hari	8 Hari	12 Hari
0	2,73	4,86	5,97
10	1,67	1,51	1,98
20	0,91	1,97	1,72
30	0,75	0,83	0,75
40	1,97	2,96	3,54
RH	1,36	1,06	1,16

1.2.2 Tabel Laju reaksi Korosi dalam media air laut

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Laju reaksi korosi baja/waktu perendaman (mpy)		
	4 Hari	8 Hari	12 Hari
0	5,62	7,06	7,85
10	2,73	2,58	2,68
20	2,43	2,20	2,38
30	2,27	1,36	1,41
40	5,01	6,23	6,43
RH	3,64	3,26	5,72

1.2.3 Tabel Laju reaksi Korosi dalam media asam asetat

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Laju reaksi korosi baja/waktu perendaman (mpy)		
	4 Hari	8 Hari	12 Hari
0	35,40	38,52	47,46
10	6,99	7,14	8,35
20	6,68	6,91	7,09
30	5,31	6,30	6,73
40	25,37	25,45	30,54
RH	30,84	33,43	37,13

13 Tabel Efisiensi Inhibisi Inhibitor

13.1 Tabel Efisiensi Inhibisi Inhibitor dalam media akuades

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Efisiensi Inhibisi Inhibitor/waktu perendaman (%)		
	4 hari	8 hari	12 hari
10	38,89	68,75	66,78
20	66,66	59,37	71,18
30	72,22	82,81	87,28
40	27,78	39,06	40,67
RH	50	78,12	80,50

13.2 Tabel Efisiensi Inhibisi Inhibitor dalam media air laut

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Efisiensi Inhibisi Inhibitor/waktu perendaman (%)		
	4 hari	8 hari	12 hari
10	51,35	63,44	65,80
20	56,75	68,81	69,67
30	59,45	80,64	81,93
40	10,81	11,82	18,06
RH	35,13	53,76	27,09

13.3 Tabel Efisiensi Inhibisi Inhibitor dalam media asam asetat

Konsentrasi Inhibitor (ppm)	Efisiensi Inhibisi Inhibitor/waktu perendaman (%)		
	4 hari	8 hari	12 hari
10	80,25	81,45	82,39
20	81,11	82,05	85,05
30	84,97	83,62	85,80
40	28,32	33,92	35,64
RH	12,87	13,21	21,77

Lampiran 5. Perhitungan Data Penelitian

1. Berat Rendamen

$$\begin{aligned}\text{Rendamen Abu (\%)} &= \frac{43 \text{ gr}}{15000 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,28\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Rendemen} &= (\text{berat kertas saring} + \text{sampel}) - \text{berat kertas saring} \\ &= 15,63 \text{ g} - 1,32 \text{ g} \\ &= 14,31 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rendamen Silikat (\%)} &= \frac{14,31 \text{ gr}}{20 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 71,55\%\end{aligned}$$

2. Luas Permukaan Baja

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan} &= 2(p \times l + p \times t + l \times t) \\ &= 2(1 \times 1 + 1 \times 0,3 + 1 \times 0,3) \\ &= 3,2 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

3. Laju Reaksi Korosi

$$\text{Laju reaksi korosi 0 ppm} = \frac{K(\text{mpy}) \times W(\text{gr})}{D(\text{gr/cm}^3) \times A(\text{cm}^2) \times T(\text{jam})}$$

3.1 Media Akuades

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned}\text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1131 - 2,1113)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{6210}{2270,208} = 2,73 \text{ mpy}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3865 - 2,3854)}{7,39 \times 3,2 \times 96}\end{aligned}$$

$$= \frac{3795}{2270,208} = 1,67 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1746 - 2,1740)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{2070}{2270,208} = 0,91 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2230 - 2,2225)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{1725}{2270,208} = 0,75 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1792 - 2,1779)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{4485}{2270,208} = 1,97 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1929 - 2,1920)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{3105}{2270,208} = 1,36 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1688 - 2,1624)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{22080}{4540,416} = 4,86 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2897 - 2,2877)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \end{aligned}$$

$$= \frac{6900}{4540,416} = 1,51 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1833 - 2,1807)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{8970}{4540,416} = 1,97 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3865 - 2,3854)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{3795}{4540,416} = 0,83 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1959 - 2,1920)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{13455}{4540,416} = 2,96 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1848 - 2,1834)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{4830}{4540,416} = 1,06 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2485 - 2,2367)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{40710}{6810,624} = 5,97 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2806 - 2,2767)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \end{aligned}$$

$$= \frac{13455}{6810,624} = 1,98 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3585 - 2,3551)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{11730}{6810,624} = 1,72 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2350 - 2,2335)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{5175}{6810,624} = 0,75 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2797 - 2,2727)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{24150}{6810,624} = 3,54 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3231 - 2,3208)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{7935}{6810,624} = 1,16 \text{ mpy} \end{aligned}$$

3.2 Media Air Laut

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1196 - 2,1159)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{12765}{2270,208} = 5,62 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2218 - 2,2200)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \end{aligned}$$

$$= \frac{6210}{2270,208} = 2,73 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2048 - 2,2032)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{5520}{2270,208} = 2,43 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,0269 - 2,0254)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{5175}{2270,208} = 2,27 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2385 - 2,2352)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{11385}{2270,208} = 5,01 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2262 - 2,2238)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{8280}{2270,208} = 3,64 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2589 - 2,2496)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{32085}{4540,416} = 7,06 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3025 - 2,2991)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \end{aligned}$$

$$= \frac{11730}{4540,416} = 2,58 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1726 - 2,1695)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{10695}{4540,416} = 2,35 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1616 - 2,1598)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{6210}{4540,416} = 1,36 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2363 - 2,2281)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{28290}{4540,416} = 6,23 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2275 - 2,2232)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{14835}{4540,416} = 3,26 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2230 - 2,2075)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{53475}{6810,624} = 7,85 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2011 - 2,1958)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \end{aligned}$$

$$= \frac{18285}{6810,624} = 2,68 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2430 - 2,2383)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{16215}{6810,624} = 2,38 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (1,9268 - 1,9240)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{9660}{6810,624} = 1,41 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2283 - 2,2156)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{43815}{6810,624} = 6,43 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2840 - 2,2727)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{38985}{6810,624} = 5,72 \text{ mpy} \end{aligned}$$

3.3 Media Asam Asetat

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1289 - 2,1056)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{80385}{2270,208} = 35,40 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2207 - 2,2161)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \end{aligned}$$

$$= \frac{15870}{2270,208} = 6,99 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2587 - 2,2543)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{15180}{2270,208} = 6,68 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2494 - 2,2459)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{12075}{2270,208} = 5,31 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2587 - 2,2420)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{57615}{2270,208} = 25,37 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1365 - 2,1162)}{7,39 \times 3,2 \times 96} \\ &= \frac{70035}{2270,208} = 30,84 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3049 - 2,2542)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{174915}{4540,416} = 38,52 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1676 - 2,1582)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \end{aligned}$$

$$= \frac{32430}{4540,416} = 7,14 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1372 - 2,1281)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{31395}{4540,416} = 6,91 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2262 - 2,2179)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{28635}{4540,416} = 6,30 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,3081 - 2,2746)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{115575}{4540,416} = 25,45 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2382 - 2,1942)}{7,39 \times 3,2 \times 192} \\ &= \frac{151800}{4540,416} = 33,43 \text{ mpy} \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 0 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1476 - 2,0539)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{318580}{6810,624} = 47,46 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 10 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2493 - 2,2328)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \end{aligned}$$

$$= \frac{56925}{6810,624} = 8,35 \text{ mpy}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 20 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1772 - 2,1632)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{48300}{6810,624} = 7,09 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 30 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,2314 - 2,2181)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{45885}{6810,624} = 6,73 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi 40 ppm} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1513 - 2,0910)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{208035}{6810,624} = 30,54 \text{ mpy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi korosi RH} &= \frac{K \times W}{D \times A \times T} \\ &= \frac{3,45 \times 10^6 (2,1472 - 2,0739)}{7,39 \times 3,2 \times 288} \\ &= \frac{252885}{6810,624} = 37,13 \text{ mpy} \end{aligned}$$

4. Efisiensi Inhibisi (%EI)

4.1 Media Akuades

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{2,7354 - 1,6716}{2,7354} \times 100\% \\ &= 38,89\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,7354 - 0,9118}{2,7354} \times 100\% \\
 &= 66,66\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,7354 - 0,7598}{2,7354} \times 100\% \\
 &= 72,22\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,7354 - 1,9755}{2,7354} \times 100\% \\
 &= 27,78\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi RH} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,7354 - 1,3677}{2,7354} \times 100\% \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{4,8629 - 1,5196}{4,8629} \times 100\% \\
 &= 68,75\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\
 &= \frac{4,8629 - 1,9757}{4,8629} \times 100\% \\
 &= 59,37\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{4,8629 - 0,8358}{4,8629} \times 100\%$$

$$= 82,81 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{4,8629 - 2,9633}{4,8629} \times 100\%$$

$$= 39,06\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi RH} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{4,8629 - 1,0637}{4,8629} \times 100\%$$

$$= 78,12 \%$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,9774 - 1,9855}{5,9774} \times 100\%$$

$$= 66,78 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,9774 - 1,7223}{5,9774} \times 100\%$$

$$= 71,18 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,9774 - 0,7598}{5,9774} \times 100\%$$

$$= 87,28 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,9774 - 3,5459}{5,9774} \times 100\%$$

$$= 40,67\%$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi RH} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,9774 - 1,1650}{5,9774} \times 100\% \\ &= 80,50\%\end{aligned}$$

4.2 Media Air Laut

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6228 - 2,7354}{5,6228} \times 100\% \\ &= 51,35\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6228 - 2,4314}{5,6228} \times 100\% \\ &= 56,75\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6228 - 2,2795}{5,6228} \times 100\% \\ &= 59,45\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6228 - 5,0149}{5,6228} \times 100\% \\ &= 10,81\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi RH} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6228 - 3,6472}{5,6228} \times 100\% \\ &= 35,13\%\end{aligned}$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,0665 - 2,5834}{7,0665} \times 100\% \\ &= 63,44\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,0665 - 2,2035}{7,0665} \times 100\% \\ &= 68,81\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,0665 - 1,3677}{7,0665} \times 100\% \\ &= 80,64\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,0665 - 6,2307}{7,0665} \times 100\% \\ &= 11,82\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi RH} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,0665 - 3,2673}{7,0665} \times 100\% \\ &= 53,76\%\end{aligned}$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,8517 - 2,6847}{7,8517} \times 100\% \\ &= 65,80\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,8517 - 2,3808}{7,8517} \times 100\% \\ &= 69,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,8517 - 1,4183}{7,8517} \times 100\% \\ &= 81,93\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,8517 - 6,4333}{7,8517} \times 100\% \\ &= 18,06\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi RH} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{7,8517 - 5,7241}{7,8517} \times 100\% \\ &= 27,09\% \end{aligned}$$

4.3 Media Asam Asetat

Waktu Perendaman 4 Hari

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{35,4086 - 6,9905}{35,4086} \times 100\% \\ &= 80,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} &= \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\% \\ &= \frac{35,4086 - 6,6866}{35,4086} \times 100\% \\ &= 81,11\% \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{35,4086 - 5,3188}{35,4086} \times 100\%$$

$$= 84,97\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{35,4086 - 25,3787}{35,4086} \times 100\%$$

$$= 28,32\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi RH} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{35,4086 - 30,8495}{35,4086} \times 100\%$$

$$= 12,87\%$$

Waktu Perendaman 8 Hari

$$\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{38,5240 - 7,1425}{38,5240} \times 100\%$$

$$= 81,45\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{38,5240 - 6,9145}{38,5240} \times 100\%$$

$$= 82,05\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{38,5240 - 6,3066}{38,5240} \times 100\%$$

$$= 83,62\%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{38,5240 - 25,4547}{38,5240} \times 100\%$$

$$= 33,92 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi RH} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{38,5240 - 33,4330}{38,5240} \times 100\%$$

$$= 13,21 \%$$

Waktu Perendaman 12 Hari

$$\text{Efisiensi inhibisi 10 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{47,4648 - 8,3582}{47,4648} \times 100\%$$

$$= 82,39 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 20 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{47,4648 - 7,0918}{47,4648} \times 100\%$$

$$= 85,05 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 30 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{47,4648 - 6,7372}{47,4648} \times 100\%$$

$$= 85,80 \%$$

$$\text{Efisiensi inhibisi 40 ppm} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{47,4648 - 30,5456}{47,4648} \times 100\%$$

$$= 35,64 \%$$

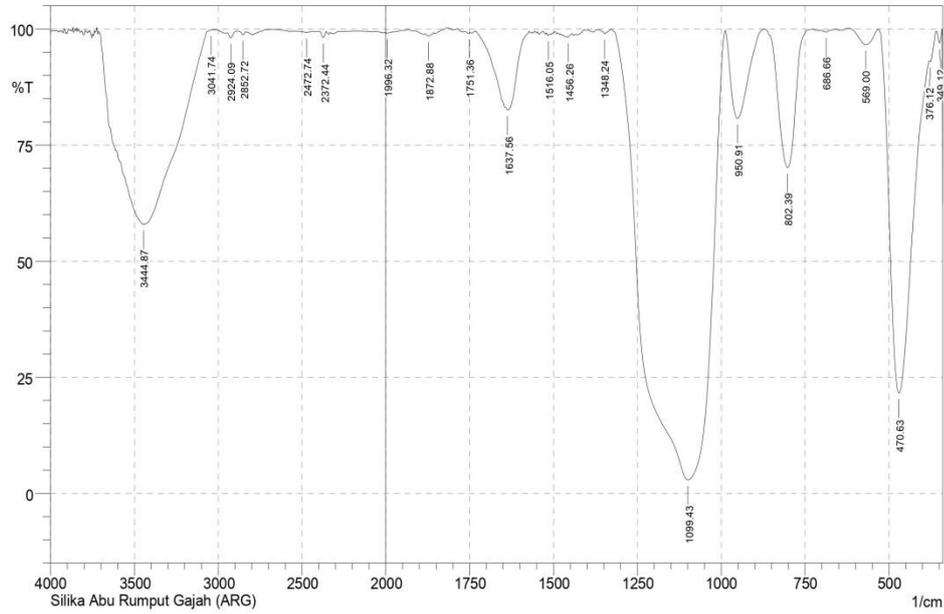
$$\text{Efisiensi inhibisi RH} = \frac{V_{ko} - V_{ki}}{V_{ko}} \times 100\%$$

$$= \frac{47,4648 - 37,1309}{47,4648} \times 100\%$$

$$= 21,77\%$$

Lampiran 6. Data Hasil Analisis Penelitian

1. Data Hasil Analisis FTIR



No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	349.12	96.925	2.894	358.76	341.4	0.127	0.111
2	376.12	92.969	0.83	378.05	358.76	0.349	0.032
3	470.63	21.611	75.552	530.42	379.98	41.086	38.662
4	569	96.621	3.397	621.08	532.35	0.658	0.674
5	686.66	99.299	0.498	704.02	657.73	0.069	0.034
6	802.39	70.143	29.818	869.9	731.02	8.102	8.078
7	950.91	80.758	19.016	987.55	871.82	5.147	5.06
8	1099.43	2.914	96.69	1327.03	989.48	219.006	218.544
9	1348.24	98.946	0.948	1369.46	1327.03	0.09	0.071
10	1456.26	98.185	0.427	1462.04	1444.68	0.112	0.015
11	1516.05	98.594	0.439	1521.84	1510.26	0.06	0.011
12	1637.56	82.559	16.872	1730.15	1573.91	5.991	5.609
13	1751.36	99.038	0.27	1762.94	1747.51	0.055	0.012
14	1872.88	98.524	0.523	1882.52	1857.45	0.139	0.039
15	1996.32	99.127	0.175	2005.97	1978.97	0.093	0.014
16	2372.44	98.145	1.311	2395.59	2357.01	0.202	0.11
17	2472.74	99.219	0.243	2546.04	2436.09	0.288	0.039
18	2852.72	98.731	0.721	2885.51	2833.43	0.18	0.061
19	2924.09	98.056	1.272	2949.16	2885.51	0.309	0.134
20	3041.74	99.789	0.013	3043.67	3018.6	0.019	0
21	3444.87	57.885	1.093	3606.89	3435.22	33.454	1.807

Comment;
Silika Abu Rumput Gajah (ARG)

Date/Time; 2/14/2022 2:00:48 PM
No. of Scans;
Resolution;
Apodization;

2. Hasil Analisis XRF



LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS

Nomor Pekerjaan : LPPS.XJ-2201-11/1

I. Pelanggan / Principal

1.1 Nama / Name : Nurul Jihad
1.2 Alamat / Address : Jl. Sahabat
1.3 Telepon / Phone : 085696503209
1.4 Personil Penghubung / Contact Person : -
1.5 Email / Email : rndianiya27@gmail.com

II. Contoh Uji / Sample

2.1 Kode Sampel / Sampel Code : ARG
2.2 Kemasan / Packaging : Plastik
2.3 Nama Sampel / Sample Name : Abu Ampas Tebu
2.4 Keterangan Lain / Other Information : -
2.5 Tanggal Sampling / Date of Sampling : -
2.6 Diterima / Date of Received : 31 Januari 2022
2.7 Tanggal Uji / Date of Analysis : 14 Februari 2022
2.8 Jenis Uji / Type of Analysis : Unsur dan Oksida

III. Hasil Uji / Result

Parameter	Satuan	Hasil
Si	m/m%	72.53
K	m/m%	16.4
Ca	m/m%	4.93
Zn	m/m%	2.56
Px	m/m%	1.97
Mn	m/m%	0.94
Nb	m/m%	0.163
Rb	m/m%	0.13
Mo	m/m%	0.116
Ru	m/m%	0.059
Rh	m/m%	0.0494
Sn	m/m%	0.0411
Pd	m/m%	0.038
Sb	m/m%	0.0293
Ag	m/m%	0.0242
In	m/m%	0.0186

Parameter	Satuan	Hasil
SiO ₂	m/m%	89.34
K ₂ O	m/m%	7.2
CaO	m/m%	1.83
ZnO	m/m%	0.975
MnO	m/m%	0.39
Nb ₂ O ₅	m/m%	0.0715
MoO ₃	m/m%	0.0538
Rb ₂ O	m/m%	0.043
RuO ₄	m/m%	0.0243
Rh ₂ O ₃	m/m%	0.0193
SnO ₂	m/m%	0.0181
PdO	m/m%	0.0139
Sb ₂ O ₃	m/m%	0.0121
Ag ₂ O	m/m%	0.0085
In ₂ O ₃	m/m%	0.0075

Makassar, 13 Februari 2022
Penanggung Jawab Mutu

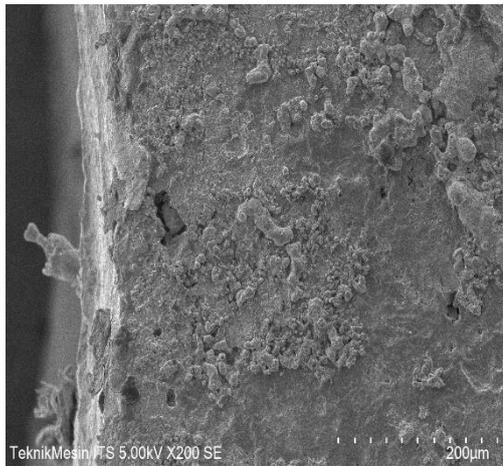
Prof. Dr. Nurul Hariani Soekanto, MS
198702 2 001

Catatan:

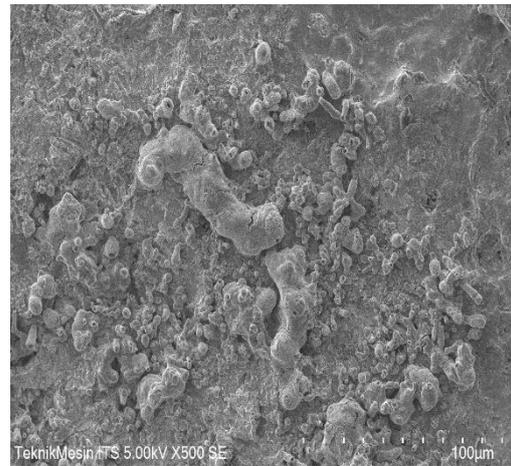
- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

3. Hasil Analisis SEM

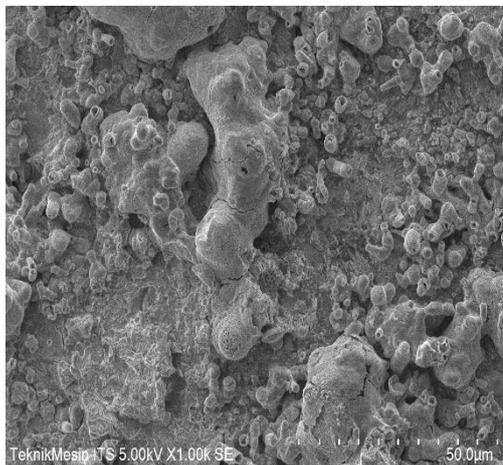
3.1 Hasil Analisis SEM Baja Karbon Tanpa Perlakuan Korosi



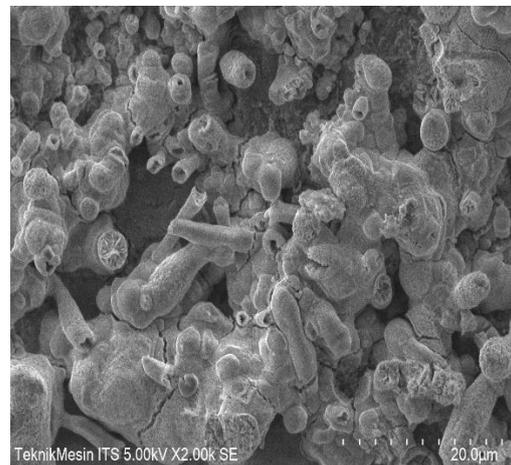
Perbesaran 200x



Perbesaran 500x



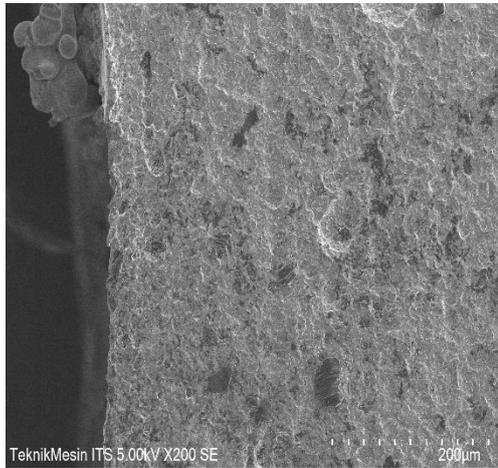
Perbesaran 1000x



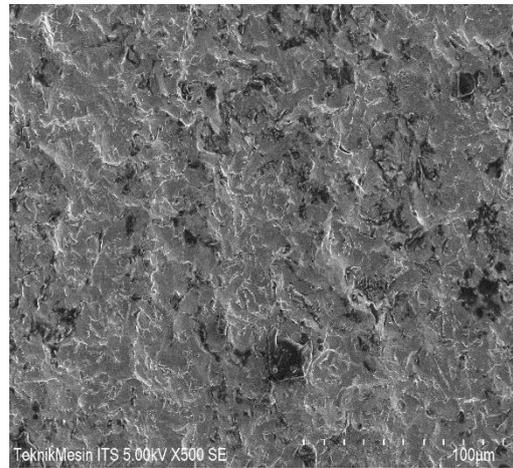
Perbesaran 2000x

3.2 Hasil Analisis SEM Baja Karbon Inhibitor 30 ppm dalam Media Asam

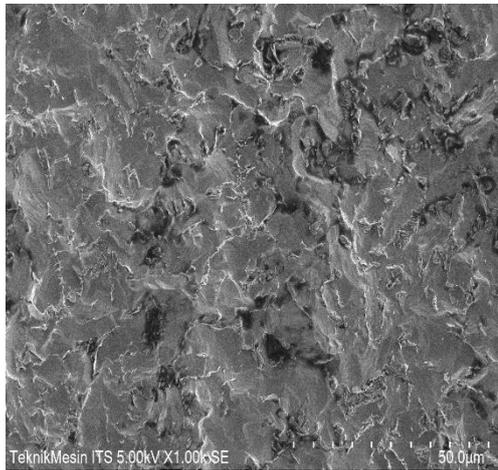
Asetat dengan Waktu Perendaman 12 Hari



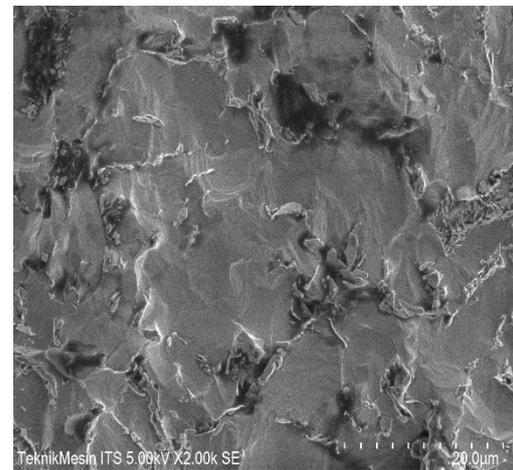
Perbesaran 200x



Perbesaran 500x



Perbesaran 1000x



Perbesaran 2000x



1. Abu Rumput Gajah



2. Pemanasan setelah penambahan NaOH 5M



3. Penyaringan ke-1



4. Setelah penambahan HCl



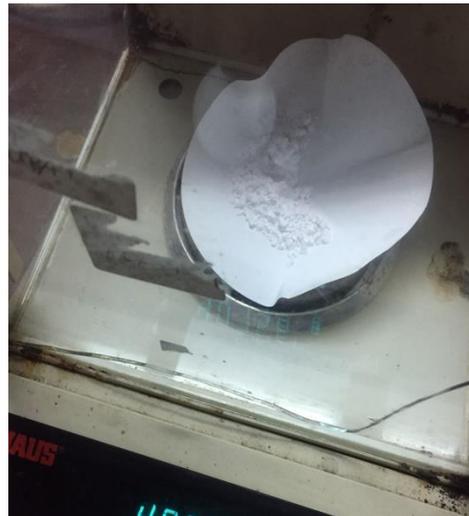
5. Penyaringan ke-2



6. Penyaringan ke-3



7. Kertas saring kosong



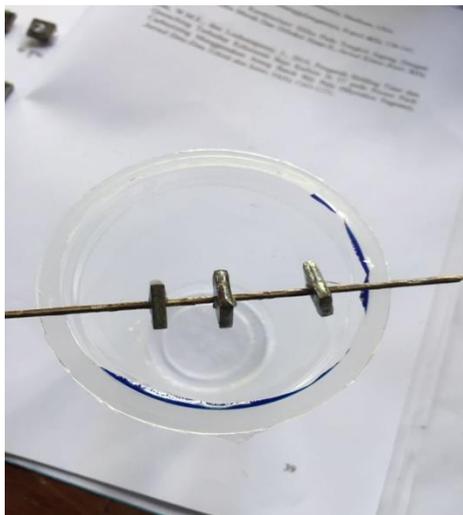
8. Proses oven selama 24 jam



9. Pembuatan larutan inhibitor



10. Baja karbon



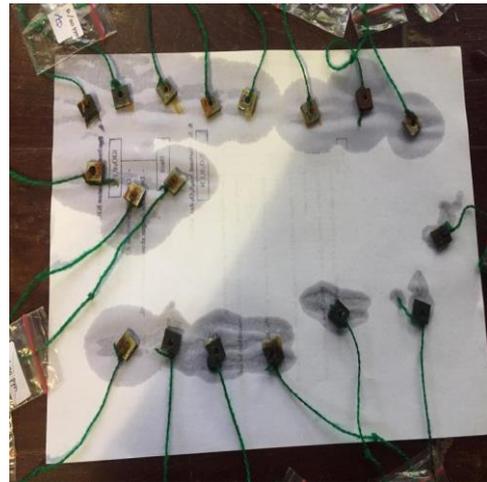
11. Pelapisan Inhibitor



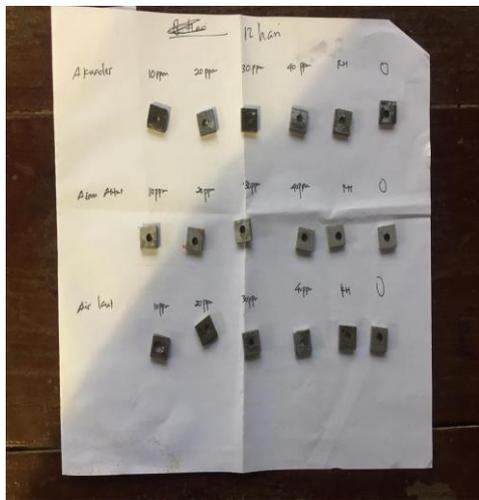
12. Proses perendaman dalam media akuades dan air laut



13. Proses perendaman dalam media asam asetat



14. Pengangkatan baja karbon selama 12 hari



15. Perendaman baja selama 12 hari setelah dibersihkan



16. Pengangkatan 12 hari pada media air laut



17. Pengangkatan 12 hari pada media akuades



18. Pengangkatan 12 hari pada media asam asetat



19. Penimbangan sebelum korosi



20. Penimbangan setelah korosi



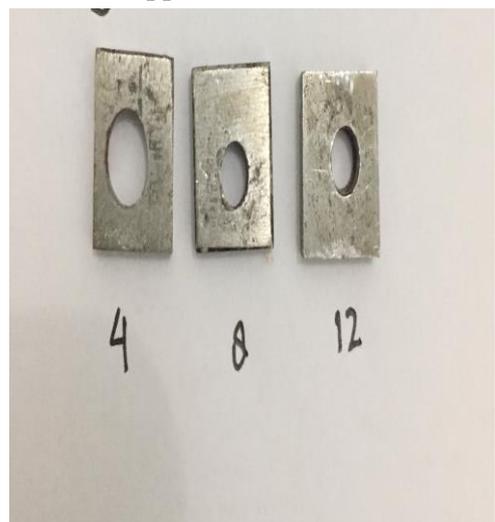
21. Korosi pada media akuades 0 ppm



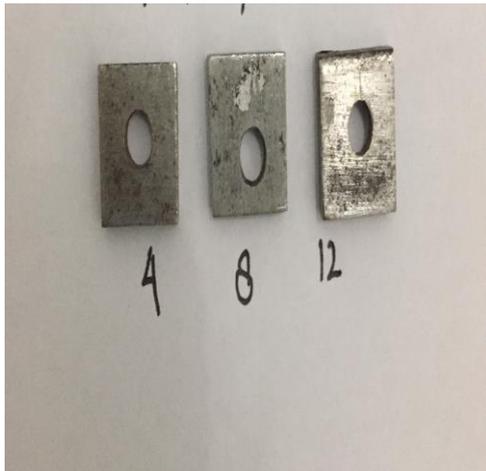
22. Korosi pada media akuades 10 ppm



23. Korosi pada media akuades 20 ppm



24. Korosi pada media akuades 30 ppm



25. Korosi pada media akuades 40 ppm



26. Korosi pada media akuades RH



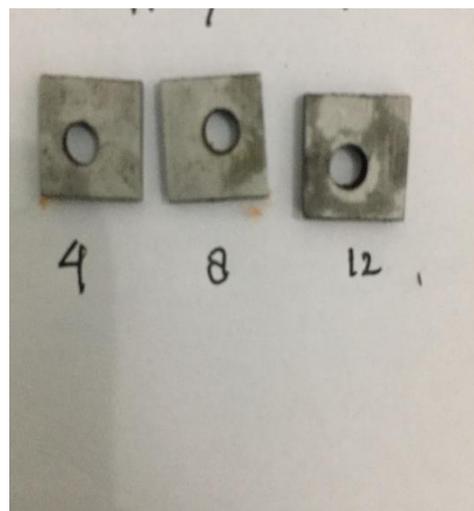
27. Korosi pada media asam asetat 0 ppm



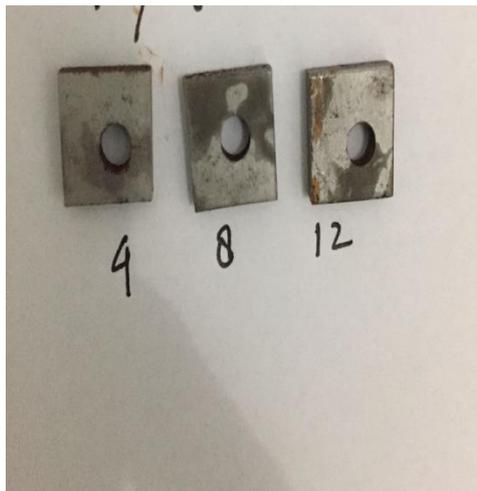
28. Korosi pada media asam asetat 10 ppm



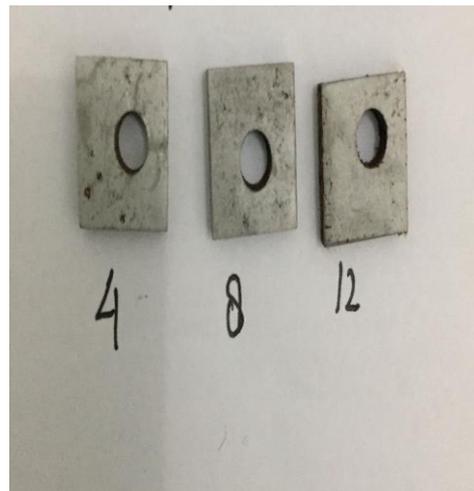
29. Korosi pada media asam asetat 20 ppm



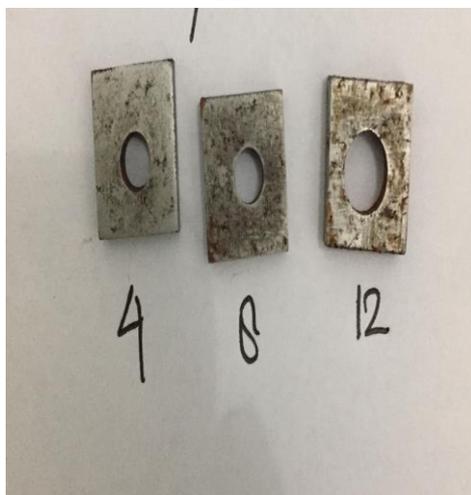
30. Korosi pada media asam asetat 30 ppm



31. Korosi pada media asam asetat 40 ppm



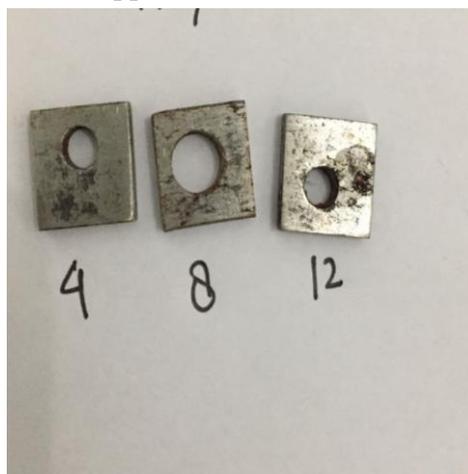
32. Korosi pada media asam asetat RH



33. Korosi pada media air laut 0 ppm



34. Korosi pada media air laut 10 ppm



35. Korosi pada media air laut 20 ppm



36. Korosi pada media air laut 30 ppm



37. Korosi pada media air laut
40 ppm



38. Korosi pada media air laut
RH