

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Baja karbon St-37 merupakan salah satu material baja yang banyak digunakan dalam teknik sipil, industri konstruksi, otomotif, permesinan, penerbangan, dan lainnya (Taskaya et al., 2019). Baja karbon St-37 adalah jenis baja karbon rendah yang memiliki sifat mekanik yang cukup baik dengan kekuatan tarik yang tinggi. Meskipun demikian, baja ini tetap mudah untuk dibentuk melalui proses *machining*, sehingga mudah dilas dan dipotong menggunakan mesin (Syafrizal et al., 2024). Baja karbon adalah jenis logam paduan yang banyak digunakan dalam ranah perindustrian sebagai bahan utama konstruksi pada kilang minyak, pabrik makanan, pembangkit listrik, perusahaan air minum dan industri kimia lainnya. Hal tersebut dikarenakan baja karbon memiliki kekuatan dan keuletan yang baik serta harganya yang relatif murah. Namun, penggunaan baja karbon juga memiliki kelemahan diantaranya ketahanan terhadap korosi sangat rendah.

Korosi merupakan proses degradasi material akibat adanya proses reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya (Ramlah et al., 2020). Kerusakan atau korosi logam biasanya dimulai pada permukaan logam dan akhirnya dapat berpindah ke dalam material. Selain organisme dapat menyebabkan korosi pada bahan konstruksi, kualitas logam yang menurun akibat reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya juga dikenal sebagai korosi (Nadrakhilla et al., 2024). Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya korosi pada suatu material, salah satunya adalah pengaruh konsentrasi media korosi. Logam dan paduan yang bereaksi dengan media korosif membentuk senyawa yang stabil, yang juga dapat disebut sebagai produk korosi. Hal ini disebabkan oleh hilangnya logam yang ada di permukaan material sehingga terjadi pelepasan ion logam ke dalam media, yang menandakan terjadinya proses korosi (Prabowo et al., 2024). Dampak dari korosi yakni menurunnya kualitas serta kuantitas logam yang disebabkan oleh perubahan sifat fisik, kimia bahkan mekanik pada suatu material (Fakhri et al., 2019).

Metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya laju korosi yaitu proteksi katodik, pelapisan, atau inhibitor. Namun, salah satu metode yang umum digunakan adalah inhibitor karena prosesnya yang sederhana dan biaya yang murah. Inhibitor adalah jenis bahan kimia yang dapat menghentikan korosi pada logam baja ketika bersentuhan dengan lingkungan yang korosif. Secara umum, dapat dikatakan bahwa inhibitor bereaksi dengan permukaan logam untuk



pelindung (Nadrakhilla et al., 2024). Inhibitor korosi bekerja sorpsi ion atau molekul pada permukaan logam. Inhibitor akan osi terutama dengan cara meningkatkan atau menurunkan tau katodik, menurunkan laju difusi reaktan ke permukaan listrik permukaan logam (Prabowo et al., 2024). Pengendalian inhibitor mampu memperpanjang umur penggunaan logam. nisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam

jumlah tertentu ke dalam lingkungan akan menurunkan korosi lingkungan terhadap logam. inhibitor korosi umumnya berasal dari senyawa organik maupun senyawa anorganik. Penggunaan inhibitor dari senyawa anorganik telah banyak digunakan untuk menghambat korosi. Akan tetapi, penggunaan inhibitor tersebut tidak ramah lingkungan dan memiliki toksisitas yang tinggi sehingga inhibitor tersebut perlu digantikan dengan senyawa lain. Senyawa tersebut harus bersifat nontoksik, bernilai ekonomis, dan mampu mengurangi laju korosi secara signifikan pada logam (Ramlah, et al., 2020).

Salah satu senyawa kimia yang sering digunakan sebagai bahan inhibitor korosi adalah natrium silikat (Na_2SiO_3) karena memiliki sifat yang ramah lingkungan, ekonomis, dan tingkat efisiensinya yang tinggi. Pembuatan senyawa Na_2SiO_3 dapat dilakukan dengan cara mereaksikan senyawa NaOH dengan senyawa silika (Fahmi dan Nurfaiah, 2016). Silika yang diperoleh dari hasil ekstraksi material alami dapat berpotensi sebagai sumber Na_2SiO_3 yang dapat menurunkan laju korosi dan meningkatkan efisiensi inhibisi. Silika gel adalah bentuk silika yang didapatkan dari aglomerasi sol Na_2SiO_3 yang berbentuk seperti agar-agar yang bisa terdehidrasi hingga bentuknya berubah menjadi serbuk padat seperti kaca yang bersifat tidak elastis. Mensintesis silika gel membutuhkan perlakuan yang khusus untuk mendapatkan hasil silika, salah satunya menggunakan metode sol-gel. Metode ini merupakan suatu proses yang merubah larutan Na_2SiO_3 menjadi gel dengan menggunakan suatu zat yang memiliki sifat asam kuat (Rosmiyani et al., 2023). Berdasarkan penelitian Mujiyanti et al. (2021), metode yang digunakan untuk mendapatkan silika adalah dengan menggunakan ekstraksi alkali yang didasarkan pada tingginya kelarutan silika yang cukup tinggi dalam pelarut basa seperti NaOH . Ekstraksi silika dari abu sekam padi dilakukan dengan Hirawati (2022), menggunakan pelarut alkali untuk mendapatkan pengendapan silika yang akan dilanjutkan dengan proses penetralan. Sumber silika alami yang menggunakan proses tersebut berasal dari bahan-bahan organik di alam seperti alang-alang, kulit buah kakao (Daulay et al., 2022), daun bambu (Safitri, 2024), ampas tebu (Ishar, 2021), tongkol jagung (Hirawati, 2022), sekam padi (Sapitri, 2020), rumput gajah, daun serai (Firdaus et al., 2017), dan serai (Firdaus et al., 2016). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan inhibitor korosi dengan menggunakan ekstrak bahan alam yang aman bagi lingkungan, mudah terurai, dan mudah diperoleh (Rosidah et al., 2023).

Salah satu bahan alam yang berpotensi sebagai inhibitor korosi adalah tanaman serai dapur (*Cymbopogon citratus*), karena kandungan senyawanya memiliki heteroatom oksigen dan ikatan pi (π) yang memiliki elektron delokalisasi serta bebas yang dapat berinteraksi dengan permukaan logam. telah didapatkan karena seringkali tumbuh liar dan bisa tumbuh di tempat dingin (Solehah et al., 2024). Menurut Firdaus et al. (2016), bahan baku yang murah dan mudah diperoleh serta dapat menghasilkan silika alami. *C. citratus* memiliki kandungan beberapa kimia seperti silika, fosfor, kalium, kalsium, dan lain-lain. Penelitian Ashilah (2023), SiO_2 dapat dihasilkan dengan cara



mengeksktraksi menggunakan metode alkali yaitu NaOH. Wibowo dan Santosa (2023) menyatakan bahwa pembuatan senyawa Na_2SiO_3 dilakukan dengan cara mereaksikan senyawa silika dengan NaOH. Selanjutnya, ditambahkan larutan HCl hingga pH netral, lalu didiamkan hingga terbentuk endapan silikat. Menurut Febrianti (2024), senyawa Na_2SiO_3 yang diperoleh dari abu sabut kelapa digunakan sebagai bahan baku pembuatan larutan inhibitor korosi. Penambahan inhibitor 30 ppm menghasilkan efisiensi inhibisi pada media asam asetat sebesar 93,03% dengan waktu perendaman 12 hari. Adapun penelitian Firdaus et al. (2016) mendapatkan kadar silika dari abu pembakaran *C. citratus* sebesar 74,14% dengan penambahan HCl pada suhu 50 °C. Namun, *C. citratus* maupun limbah dari tanaman tersebut belum dimanfaatkan secara optimum sebagai bahan baku silika. Oleh sebab itu dibutuhkan pengoptimalisasian penggunaan bahan alam seperti *C. citratus* dalam pembuatan silika.

Tanaman *C. citratus* merupakan herba menahun yang banyak dibudidayakan di negara-negara tropis dan subtropis seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, India, dan sebagainya (Firdaus et al., 2017). Berdasarkan data Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura (2024), data produksi *C. citratus* pada tahun 2021–2023 berturut-turut mencapai 36.369.385; 55.793.607; dan 50.100.822 kg. Adapun luas area panen *C. citratus* pada tahun 2021–2023 berturut-turut sebesar 5.390.160; 7.600.196; dan 7.140.079 m². *C. citratus* adalah tanaman yang dapat tumbuh pada daerah ketinggian 100–400 m dengan panjang 1–1,5 m. *C. citratus* memiliki ciri khas tersendiri dari bagian bagian morfologinya dan tanaman ini tumbuh secara bergerombol. Akar dari tanaman *C. citratus* termasuk akar serabut dimana akarnya berimpang pendek (Murdiyah et al., 2022). *C. citratus* adalah tanaman yang sering digunakan sebagai bumbu masakan di Indonesia, terutama pada batang bagian bawah, sedangkan bagian atas atau daunnya seringkali dibuang dan tidak dimanfaatkan sehingga menjadi limbah (Komariah et al., 2022). Limbah tersebut jarang dimanfaatkan meskipun jumlahnya melimpah sekitar 30–50 % dari total tanaman *C. citratus* di berbagai wilayah Indonesia. Hal ini terjadi karena *C. citratus* cenderung cepat mengering, yaitu dalam waktu tiga hari sehingga tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Selama ini, limbah *C. citratus* hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan pupuk kompos (Fitriyah et al., 2023).

Berdasarkan informasi yang telah diuraikan, penelitian telah dilakukan untuk mengekstraksi dan mengkarakterisasi silika dari abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) sebagai inhibitor korosi pada baja karbon St-37. Silika yang diperoleh dari abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) diekstrak dan digunakan sebagai inhibitor dalam upaya menghambat proses korosi. Selain itu, dianalisis efektivitasnya melalui uji korosi pada baja setelah perendaman pada media uji korosi.



ah

ada penelitian ini adalah:

i yang dilakukan terhadap abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) untuk menghasilkan silika dan berapa rendemen serta karakteristiknya?

2. apakah silika hasil ekstraksi dapat dibuat menjadi larutan inhibitor natrium silikat?
3. bagaimana pengaruh dan efisiensi larutan inhibitor natrium silikat dengan beberapa variasi konsentrasi terhadap laju korosi pada baja karbon St-37 dalam beberapa media perendaman?
4. bagaimana morfologi permukaan dari baja karbon St-37 akibat korosi yang terbentuk setelah direndam dalam beberapa variasi konsentrasi inhibitor natrium silikat?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengekstraksi silika dari abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dan menentukan rendemen, serta mengkarakterisasi silika yang diperoleh
2. memperoleh larutan inhibitor natrium silikat menggunakan silika hasil ekstraksi abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*)
3. menganalisis pengaruh dan efisiensi larutan inhibitor natrium silikat dengan beberapa variasi konsentrasi terhadap laju korosi pada baja karbon St-37 dalam beberapa media perendaman
4. menentukan morfologi permukaan dari baja karbon akibat korosi yang terbentuk setelah direndam dalam beberapa media perendaman dengan beberapa variasi konsentrasi inhibitor natrium silikat

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang pengolahan *C. citratus* dan limbahnya sebagai inhibitor korosi pada baja karbon St-37 dengan cara ekstraksi serta mengetahui pengaruh variasi konsentrasi inhibitor natrium silikat hasil ekstraksi dari abu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) pada baja karbon St-37.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu serai dapur (diambil dari lokal Makassar, Sulawesi Selatan), baja karbon St-37 (diambil dari lokal Makassar), kertas amplas, NaOH 5 M (*Merck*), HCl 5 M (*Merck*), kertas pH universal (*Merck*), kertas saring *Whatman* No. 42 (*Cytiva*), KBr, *epoxy resin* (*Crystal clear*), *hardener* (*Crystal clear*), akuades, benang, larutan asam asetat 25% (*Merck*), air laut lokal, dan *tissue*.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas yang umum digunakan di laboratorium, botol semprot, batang pengaduk, ayakan 100 mesh, mortar, neraca analitik, oven (*Memmert*), tanur (MF10005LV010 *type* K 3,2 MM), cawan petri, cawan porselen, *hotplate magnetic stirrer* (MS-H280-Pro), *magnetic bar*, instrumen *Fourier Transform Infra-red* (FTIR, *Shimadzu*, IRPrestige21), *X-Ray Fluorescence* (XRF, *Shimadzu* EDX-720), *Scanning Electron Microscopy* (SEM, *JEOL* JCM-7000) dan alat pemotong baja.

2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan di lokal Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 - Mei 2025 di Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Kimia Terpadu, Laboratorium Kimia Organik, Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Analisis kadar silika menggunakan XRF di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, analisis morfologi permukaan menggunakan SEM di Laboratorium Mikrostruktur Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Preparasi Sampel *C. citratus* (Firdaus et al., 2016 dan Oktavian et al., 2022)

Sampel daun dan batang *C. citratus* segar ditimbang sebanyak 4 kg, kemudian dipotong menjadi ukuran ± 3 cm lalu dibersihkan dari pengotor dan dikeringkan dibawah terik matahari. Setelah itu, *C. citratus* dikarbonkan lalu diabukan menggunakan tanur (*Furnace*) pada suhu 550 °C selama 4 jam hingga menjadi abu serai dapur (ASD). Abu yang dihasilkan dari *C. citratus* didinginkan dan dihaluskan kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh.



dan dari ASD (Fatriansyah et al., 2018 dan Ginanjar et al., 2014)

dicampurkan dengan 300 mL larutan NaOH 5 M, kemudian dipanaskan selama 1 jam pada suhu 80 °C sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. Hasil dari proses ini

adalah larutan Na_2SiO_3 . Larutan tersebut didinginkan lalu dilakukan penyaringan dan pemisahan dari endapan sisa ASD menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, kemudian filtrat yang diperoleh diukur pH-nya hingga pH 12. Proses penurunan pH dilakukan dengan penambahan larutan HCl 5 M sedikit demi sedikit ke dalam larutan Na_2SiO_3 hingga mulai terbentuk silika gel. Selanjutnya, campuran tersebut 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 xerogel. Xerogel yang terbentuk dimasukkan ke dalam 300 mL akuades, kemudian diaduk selama 15 menit dengan suhu 80°C menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. Penambahan akuades bertujuan untuk mendispersikan xerogel, sehingga partikel silika dapat tersebar merata dan digunakan secara optimal pada tahap pengaplikasian. Setelah itu, campuran tersebut disaring dan endapannya dipanaskan di dalam oven selama 24 jam dengan suhu 80°C . Silika xerogel yang telah diperoleh kemudian ditimbang dan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRF. Rendemen dari hasil karakterisasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

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

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4.3 Karakterisasi Silika dari ASD Menggunakan FTIR (Kristianingrum, 2016)

Serbuk silika dari ASD sebanyak 2 mg ditambahkan 100 mg KBr kering, lalu dihomogenkan dan dicetak pelet dengan *mechanical presser* (7–8 ton) selama 4 menit hingga diperoleh ketebalan sekitar 3 mm. Pelet tipis yang terbentuk dari percetakan tersebut diletakkan pada tempat sel spektrofotometer inframerah dengan lubang mengarah ke sel sumber radiasi. Diamati pada bilangan gelombang $340\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ kemudian dianalisis gugus fungsinya.

2.4.4 Karakterisasi Silika dari ASD Menggunakan XRF (Li et al., 2018)

Serbuk silika dari ASD sebanyak 5 gr digerus dan diayak hingga halus dan homogen. Sampel kemudian dipres menggunakan alat press hidrolik manual dengan tekanan sebesar ± 45 ton selama 5 menit hingga diperoleh ketebalan sekitar 4 mm. Pelet yang dianalisis menggunakan instrumen XRF.



Larutan Inhibitor Na_2SiO_3 (Awizar et al., 2013)

dari ASD sebanyak 1 gr dilarutkan ke dalam 500 mL larutan hingga menghasilkan larutan induk inhibitor Na_2SiO_3 dengan konsentrasi 1.0; 1,5; dan 2 mL menghasilkan konsentrasi larutan inhibitor

Na_2SiO_3 10, 20, 30, dan 40 ppm. *Resin Hardener* (RH) digunakan sebagai pembanding. Selanjutnya, masing-masing konsentrasi larutan inhibitor Na_2SiO_3 diambil sebanyak 1 mL dan dicampurkan dengan *epoxy resin* dan *hardener*, masing-masing sebanyak 1 mL. Campuran ini berfungsi sebagai perekat antara inhibitor dengan permukaan logam.

2.4.6 Penentuan Laju Korosi (Awizar et al., 2013)

Baja karbon St-37 berukuran 1 cm x 1 cm x 0,3 cm digunakan sebagai benda uji untuk pengujian ketahanan anti korosi. Spesimen baja dibersihkan dengan menggunakan amplas kasar, kemudian dicuci dengan akuades sebelum diolesi dengan aseton dan dikeringkan pada suhu ruang. Berat spesimen baja diukur dengan menggunakan neraca analitik, kemudian baja diolesi dengan larutan inhibitor yang konsentrasinya berbeda-beda 10, 20, 30, dan 40 ppm yang telah dicampurkan terlebih dahulu dengan RH. Selain itu, disiapkan perlakuan kontrol berupa baja yang hanya diolesi RH tanpa penambahan inhibitor sebagai pembanding. Larutan inhibitor yang telah dicampur sebelumnya dengan RH maupun RH tanpa inhibitor dikeringkan pada suhu ruang menggunakan udara. Spesimen baja lainnya yang tidak diolesi inhibitor maupun RH digunakan sebagai blanko yang berfungsi sebagai pembanding. Proses perendaman dilakukan dalam berbagai media yaitu akuades, air laut lokal dan asam asetat, Perendaman dilakukan pada suhu ruang selama periode waktu 4, 8, dan 12 hari. Setelah itu, spesimen hasil uji dibersihkan dengan menggunakan sikat di bawah aliran air untuk menghilangkan produk korosi atau karat. Spesimen dikeringkan dan ditimbang kembali untuk menghitung laju korosi dan presentase efisiensi inhibisi. menurut Nadrakhilla et al. (2024), laju korosi dihitung berdasarkan rumus pada Persamaan (2) sementara efisiensi inhibisi dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (3)

$$\text{CR} = \frac{W \times K}{D \times A \times T} \quad (2)$$

Ket:

- CR = laju reaksi korosi (mpy)
- W = kehilangan massa (g)
- K = Konstanta = $3,45 \times 10^6$
- D = massa jenis baja (g/cm^3) = $7,39 \text{ g/cm}^3$
- A = luas permukaan logam (cm^2)
- T = waktu perendaman (jam)



$$\text{Efisiensi inhibisi} = \frac{\text{CR}_o - \text{CR}_i}{\text{CR}_o} \times 100\% \quad (3)$$

CR_o = korosi tanpa inhibitor (mpy)
 CR_i = korosi dengan inhibitor (mpy)

2.4.7 Analisis Permukaan Baja Karbon St-37 Menggunakan SEM (Julinawati et al., 2015)

Sampel baja karbon St-37 yang telah direndam inhibitor dan tanpa inhibitor dibersihkan dan dimasukkan ke dalam holder sampel SEM direkatkan dengan menggunakan isolasi konduktif. Ketinggian sampel dan kamera diatur sehingga memperlihatkan permukaan sampel. Kecerahan, perbesaran dan fokus pada sampel diatur, kemudian diatur *spot size* dan diklik *collect* pada monitor.

