

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material logam, khususnya baja karbon, merupakan material utama yang banyak digunakan dalam berbagai sektor industri seperti industri pembangkit listrik, petrokimia, manufaktur, serta sistem perpipaan fluida panas dan bertekanan. Salah satu material baja karbon yang banyak diaplikasikan pada sistem penukar panas (*heat exchanger*) dan boiler adalah pipa ASME SA-179, yang memiliki konduktivitas termal tinggi, sifat mekanik yang baik, serta kemudahan fabrikasi (ASM International, 2019).

Pipa ASME SA-179 termasuk dalam kategori baja karbon rendah yang pada umumnya memiliki ketahanan korosi yang rendah, terutama ketika beroperasi dalam lingkungan yang mengandung media korosif seperti larutan asam dan ion klorida. Lingkungan operasi tersebut dapat mempercepat terjadinya reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya sehingga menyebabkan degradasi material berupa penipisan dinding pipa, kebocoran, serta penurunan umur pakai peralatan (Revie dan Uhlig, 2008).

Korosi merupakan proses degradasi material akibat reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya. Proses ini tidak dapat dihentikan sepenuhnya, namun dapat dikendalikan dengan cara memperlambat laju korosinya (Revie & Uhlig, 2008). Berbagai metode pengendalian korosi telah dikembangkan, di antaranya pelapisan permukaan, proteksi katodik, serta penambahan inhibitor korosi. Di antara metode tersebut, penggunaan inhibitor korosi dianggap sebagai metode yang efektif, praktis, dan ekonomis, terutama untuk sistem tertutup seperti pipa dan tangki (Jones, 1996).

Inhibitor korosi merupakan senyawa kimia yang ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam media korosif untuk menurunkan laju korosi logam. Secara umum, inhibitor dibedakan menjadi inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Inhibitor

anorganik seperti kromat, nitrit, dan fosfat telah terbukti efektif, namun penggunaannya semakin dibatasi karena bersifat toksik, mahal, dan berpotensi mencemari lingkungan (Roberge, 2012). Oleh karena itu, pengembangan inhibitor ramah lingkungan (*green inhibitor*) berbasis bahan alam menjadi perhatian utama dalam penelitian korosi saat ini.

Ekstrak tumbuhan diketahui mengandung berbagai senyawa organik aktif seperti tanin, flavonoid, alkaloid, dan polifenol yang memiliki kemampuan adsorpsi tinggi terhadap permukaan logam. Senyawa-senyawa ini mampu membentuk lapisan pelindung melalui interaksi antara gugus fungsi heteroatom seperti O, N, dan ikatan π dengan permukaan baja, sehingga menghambat proses korosi. Efektivitas inhibitor alami sangat dipengaruhi oleh konsentrasi inhibitor, komposisi kimia ekstrak, serta kondisi lingkungan korosif (Miralrio, A., & Espinoza-Vazquez, A. 2020).

Daun rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) merupakan salah satu sumber inhibitor alami yang berpotensi digunakan untuk mengendalikan korosi pada material baja. Potensi tersebut berasal dari kandungan senyawa metabolit sekunder, terutama tanin dan flavonoid, yang memiliki gugus fungsi aktif sehingga mampu berinteraksi dengan permukaan logam melalui proses adsorpsi. Senyawa tanin diketahui dapat membentuk lapisan kompleks Fe–tanat pada permukaan baja yang berfungsi sebagai penghalang antara logam dan lingkungan korosif, sehingga laju korosi dapat ditekan. Penelitian yang dilakukan oleh Akbar et al. (2021) menunjukkan bahwa ekstrak daun rambutan efektif menurunkan laju korosi pada plat besi dalam media air laut. Selain itu, Andira et al. (2022) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun rambutan mampu meningkatkan efisiensi inhibisi korosi karena semakin banyak molekul inhibitor yang teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk lapisan pelindung yang lebih stabil. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak daun rambutan berpotensi dikembangkan sebagai *green inhibitor* yang ramah lingkungan, ekonomis, dan efektif untuk perlindungan baja terhadap serangan korosi.

Meskipun penelitian terkait inhibitor alami berbasis ekstrak tumbuhan telah banyak dilakukan, kajian yang secara khusus membahas pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun rambutan terhadap laju korosi pada material baja SA-179 masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya menggunakan spesimen baja karbon berbentuk plat atau kupon, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi aktual pada pipa. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut yang secara khusus menganalisis pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun rambutan terhadap laju korosi pada pipa SA-179 guna mendapatkan konsentrasi optimum yang efektif dan aplikatif di bidang industri

Pipa ASME SA-179 merupakan baja karbon rendah berbentuk *seamless cold-drawn tube* yang dirancang khusus untuk aplikasi penukar panas (*heat exchanger*) dan kondensor. Material ini banyak digunakan karena memiliki konduktivitas termal yang baik, struktur mikro yang homogen, serta kemampuan menahan tekanan dan temperatur operasi sedang. Menurut ASM International (2019) dan Zhang et al. (2020), pipa ASME SA-179 umum diaplikasikan pada *heat exchanger tipe shell and tube* di industri petrokimia dan pembangkit listrik karena mampu meningkatkan efisiensi perpindahan panas antar fluida.

Di samping itu, pipa ASME SA-179 juga diaplikasikan pada industri minyak dan gas serta industri kimia, terutama pada sistem perpindahan panas dan perpipaan fluida proses yang beroperasi dalam lingkungan yang mengandung air, larutan asam, dan ion klorida. Lingkungan tersebut dapat mempercepat laju korosi pada baja karbon melalui mekanisme korosi umum, korosi celah (*crevice corrosion*), maupun korosi retak tegang (*stress corrosion cracking*). Morcillo et al. (2017) menjelaskan bahwa keberadaan ion klorida merupakan salah satu faktor utama yang meningkatkan agresivitas lingkungan korosif terhadap baja karbon. Selain itu, Farh et al. (2022) menyatakan bahwa pipa baja yang digunakan pada sistem transportasi fluida di industri minyak, gas, dan kimia memerlukan metode proteksi tambahan, seperti pelapisan (*coating*), inhibitor korosi, atau proteksi katodik untuk mempertahankan keandalan operasi dan memperpanjang umur pakai peralatan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pelaksanaan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan inhibitor ekstrak daun rambutan terhadap laju korosi pada pipa SA-179 dalam media NaCl 3,5 %?
2. Berapa konsentrasi optimum inhibitor ekstrak daun rambutan yang memberikan efisiensi tertinggi?
3. Bagaimana mekanisme kerja inhibitor ekstrak daun rambutan dalam menghambat korosi pada pipa SA-179?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam pelaksanaan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perilaku korosi pipa SA-179 dalam media NaCl 3,5 %.
2. Mengetahui pengaruh penambahan inhibitor alami dari ekstrak daun rambutan terhadap laju korosi pipa SA-179 dalam media NaCl 3,5 %.
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun rambutan terhadap efisiensi inhibisi korosi pada pipa SA-179.
4. Mengetahui mekanisme kerja inhibitor ekstrak daun rambutan dalam menghambat korosi pipa SA-179 berdasarkan hasil uji gravimetri (*weight loss*) dan pengamatan morfologi permukaan logam.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam pelaksanaan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang penggunaan inhibitor alami pada pipa SA-179 dalam media asam.
2. Mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya seperti kromat dan nitrit dalam proses pengendalian korosi.
3. Memberikan alternatif inhibitor alami yang ekonomis dan ramah lingkungan bagi industri logam.

4. Mendorong pemanfaatan limbah daun jambu sebagai bahan bernilai guna dan mendukung ekonomi hijau.

1.5 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya dengan pembuatan inhibitor dari ekstrak daun rambutan dengan variasi konsentrasi Inhibitor (0%, 3% dan 4%) dan variasi waktu perendamannya 7, 14, 21, 28 (hari) pada media pipa SA-179 dengan metode *Weight loss* sedangkan ekstraksi sampel menggunakan metode kimia yaitu metode maserasi dengan menggunakan media NaCl 3,5%.