

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Korosi merupakan salah satu permasalahan utama yang sering dihadapi dalam berbagai sektor industri yang menggunakan baja karbon sebagai material konstruksi. Baja karbon banyak dimanfaatkan karena memiliki kekuatan mekanik yang baik, kemudahan dalam proses pembentukan, serta biaya produksi yang relatif ekonomis. Namun demikian, material ini memiliki kelemahan mendasar berupa kerentanan terhadap korosi, khususnya pada lingkungan agresif seperti larutan asam. Proses korosi tidak hanya menyebabkan penurunan kualitas dan umur pakai material, tetapi juga menimbulkan dampak ekonomi dan lingkungan yang signifikan. Secara global, korosi berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca akibat kebutuhan produksi ulang baja untuk menggantikan material yang terdegradasi. Tanpa adanya upaya mitigasi yang memadai, korosi diproyeksikan dapat menyumbang sekitar 4-9% terhadap total emisi karbon global pada tahun 2030 [1].

Sebagai suatu proses elektrokimia, korosi berlangsung secara alami dan tidak dapat dihentikan sepenuhnya, tetapi kecepatannya masih dapat dikendalikan. Upaya yang umum dilakukan untuk mengurangi laju korosi adalah dengan menerapkan inhibitor, yang dikenal sebagai metode efektif dalam pengendalian korosi. Inhibitor korosi merupakan suatu zat yang ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam lingkungan korosif untuk menurunkan laju reaksi korosi pada permukaan logam [2]. Penggunaan inhibitor dinilai unggul karena relatif ekonomis, mudah diaplikasikan, serta tidak memerlukan modifikasi besar terhadap sistem yang digunakan [3]. Mekanisme kerja inhibitor umumnya melibatkan proses adsorpsi pada permukaan logam yang membentuk lapisan pelindung, sehingga mampu menghambat reaksi anodik maupun katodik yang terjadi selama proses korosi [2].

Secara umum, inhibitor korosi diklasifikasikan menjadi inhibitor anorganik dan organik. Inhibitor anorganik, seperti kromat, nitrit, silikat, dan fosfat, telah banyak digunakan karena efektivitasnya yang tinggi dalam menghambat korosi [4]. Namun demikian, sebagian besar senyawa tersebut bersifat toksik, tidak ramah lingkungan, serta berpotensi menimbulkan dampak pencemaran yang serius.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran terhadap aspek lingkungan dan diberlakukannya regulasi yang lebih ketat, penggunaan inhibitor anorganik mulai dibatasi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif inhibitor yang lebih aman dan berkelanjutan.

Dalam beberapa dekade terakhir, perhatian penelitian beralih pada pengembangan inhibitor organik berbasis bahan alam (*green corrosion inhibitor*) [4]. Inhibitor jenis ini umumnya berasal dari ekstrak tumbuhan yang mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, fenolik, dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut memiliki atom hetero seperti nitrogen (N), oksigen (O), sulfur (S), serta sistem π -elektron yang mampu berinteraksi dengan permukaan logam melalui mekanisme adsorpsi [5]. Keunggulan utama inhibitor berbasis bahan alam meliputi sifatnya yang biodegradable, tidak toksik, ketersediaannya melimpah, serta berasal dari sumber yang dapat diperbaharui [3].

Salah satu tanaman yang berpotensi sebagai inhibitor korosi alami adalah jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Tanaman ini diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti gingerol, shogaol, flavonoid, fenolik, tanin, saponin, dan terpenoid, yang berperan dalam aktivitas antioksidan dan kemampuan inhibisi korosi [6]. Mekanisme penghambatan korosi oleh ekstrak jahe diduga terjadi melalui proses adsorpsi senyawa aktif pada permukaan baja karbon, sehingga membentuk lapisan protektif yang mampu mengurangi interaksi antara logam dengan lingkungan korosif, khususnya dalam media asam seperti asam klorida (HCl). Selain itu, aktivitas antioksidan dari senyawa fenolik juga berkontribusi dalam menghambat reaksi elektrokimia yang terlibat dalam proses korosi [1], [6], [7].

Beberapa penelitian terdahulu melaporkan bahwa ekstrak jahe memiliki efisiensi inhibisi yang tinggi terhadap korosi baja karbon, bahkan dapat mencapai lebih dari 90% pada kondisi tertentu [7]. Meskipun demikian, kajian mengenai pengaruh jenis pelarut ekstraksi terhadap komposisi senyawa aktif dan efektivitas inhibisi korosi masih terbatas. Perbedaan polaritas pelarut, seperti air dan etanol, berpotensi menghasilkan profil fitokimia yang berbeda, yang pada akhirnya dapat memengaruhi mekanisme adsorpsi serta kinerja inhibitor secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji hubungan antara jenis pelarut, kandungan senyawa aktif, dan efektivitas inhibisi korosi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas ekstrak jahe berbasis air dan etanol sebagai inhibitor korosi pada baja karbon dalam larutan HCl 0,5 M. Penelitian ini meliputi proses ekstraksi menggunakan pelarut air dan etanol, diikuti dengan karakterisasi melalui uji fitokimia, analisis aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), serta identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Evaluasi kinerja inhibisi korosi dilakukan menggunakan metode elektrokimia, yaitu EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*), PDP (*Potentiodynamic Polarization*), dan ENM (*Electrochemical Noise Measurement*), serta didukung oleh analisis morfologi permukaan menggunakan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray*).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan senyawa metabolit sekunder, kadar total fenolik, serta gugus fungsi pada ekstrak air dan etanol dari *Zingiber officinale* Rosc.?
2. Bagaimana perbandingan aktivitas antioksidan pada ekstrak air dan etanol?
3. Bagaimana perbandingan efektivitas inhibisi korosi pada ekstrak air dan etanol dari *Zingiber officinale* Rosc. dalam larutan HCl 0,5 M?
4. Bagaimana karakteristik morfologi permukaan baja karbon sebelum dan sesudah penambahan ekstrak air dan etanol dalam larutan HCl 0,5 M?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Jahe putih gajah segar (*Zingiber officinales* Rosc.) yang digunakan diperoleh dari Pasar Baleendah, Bandung.
2. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi.
3. Ekstrak air yang diperoleh dipisahkan menggunakan *freeze drier*. Sedangkan ekstrak etanol yang diperoleh dipisahkan menggunakan *rotary evaporator*.
4. Penentuan gugus fungsi senyawa dalam ekstrak air dan etanol dilakukan menggunakan metode FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*).

5. Penentuan aktivitas antioksidan ekstrak air dan etanol dilakukan menggunakan metode FRAP dengan standar asam askorbat.
6. Konsentrasi larutan ekstrak jahe yang dipakai untuk karakterisasi adalah 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Sedangkan konsentrasi ekstrak jahe untuk pengujian inhibisi korosi adalah 100, 250, 500, 750, dan 1000 ppm.
7. Pengujian inhibisi korosi dilakukan dengan menggunakan metode EIS, PDP, dan ENM, serta analisis permukaan baja karbon menggunakan SEM-EDX.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kandungan metabolit sekunder, menentukan kadar total fenolik, serta mengidentifikasi gugus fungsi pada ekstrak air dan etanol dari *Zingiber officinale* Rosc.
2. Membandingkan aktivitas antioksidan pada ekstrak air dan etanol.
3. Membandingkan efektivitas inhibisi korosi pada ekstrak air dan etanol dari *Zingiber officinale* Rosc. dalam larutan HCl 0,5 M.
4. Menganalisis karakteristik morfologi permukaan baja karbon sebelum dan sesudah penambahan ekstrak air dan etanol dalam larutan HCl 0,5 M.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif inhibitor korosi yang bermanfaat bagi industri. Penelitian ini juga diharapkan memberikan informasi untuk mengatasi masalah korosi terutama dalam industri pertambangan (petroleum). Kontribusi penelitian ini juga dapat menyumbangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dalam bidang lingkungan.