

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Posisi geografis Indonesia yang sangat menguntungkan yakni terletak di antara dua benua sehingga Indonesia memiliki keanekaragaman flora terbesar di dunia. Sementara itu setiap pulau di Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang berbeda. Salah satu tumbuhan yang mendominasi di hutan hujan tropis adalah tumbuhan pakis. Tumbuhan ini hidup pada kondisi lingkungan yang basah dan lembab, sehingga tumbuhan pakis dapat tersebar di seluruh wilayah hutan hujan tropis Indonesia. Indonesia memiliki 1.250 jenis tumbuhan pakis dari 13.000 jenis tumbuhan pakis di dunia. Beberapa tumbuhan pakis yang ada di Indonesia antara lain *Selaginella sp.*, *Lycopodiella cernua*, *Hymnophyllum* dan *Gleichenia*. Penggunaan kandungan kimia pakis resam hanya sebatas sebagai antihelmintik, antibakteri, pengobatan penyakit asma, gangguan pencernaan, wasir, tukak lambung, epilepsy dan nyeri usus buntu (Suryana *et al.*, 2020; dan Lai dan Lim, 2011).

Tumbuhan pakis resam (*Gleichenia linearis* Burm.) mempunyai potensi yang begitu besar seharusnya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk memecahkan berbagai masalah. Sebuah slogan yang menyatakan hutan itu Indonesia, menunjukkan bahwa nusantara merupakan negeri megadiversitas yang dipenuhi dengan berbagai ragam tumbuhan. Berbagai tumbuhan dapat hidup subur di tanah Indonesia dan akan memberikan keuntungan yang berlipat ganda. Tumbuhan itu mempunyai potensi tersendiri untuk dimanfaatkan dalam kehidupan. Kandungan kimia yang dimiliki tumbuhan pakis resam dapat digunakan untuk menghambat korosi material (Hartini, 2006; dan Stiadi *et al.*, 2020).

Dalam beberapa dekade terakhir, negara, pihak industri dan bahkan individu-individu telah mengeluarkan biaya cukup besar untuk mengatasi permasalahan korosi. Korosi seringkali menjadi permasalahan utama yang menyebabkan kerugian dan kerusakan yang cukup besar terhadap berbagai gedung, jembatan, mesin, pipa, dan industri, misalnya industri minyak dan gas. Berbagai cara telah dilakukan untuk menghalangi korosi atau setidaknya meminimalisasi laju korosi. Untuk menekan laju korosi, dilakukan berbagai metode seperti menggunakan perlindungan katoda dan anoda, pelapisan logam (*coating*), dan

pemilihan bahan. Akan tetapi beberapa metode tersebut memiliki kelemahan misalnya sulit untuk diaplikasikan, harganya terlalu mahal (*over cost*), tidak dapat bertahan lama dan juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan (Al-Turkustani, 2013; Fouda *et al.*, 2014; dan Yetri *et al.*, 2016).

Metode paling sederhana, murah dan aman yang dapat digunakan untuk menghambat laju korosi adalah dengan penggunaan inhibitor. Penggunaan inhibitor adalah salah satu metode yang paling efektif untuk melindungi logam dari korosi yang sekaligus dapat memperpanjang masa pakai logam. Inhibitor korosi banyak dipakai di industri untuk menghalangi terjadinya korosi terhadap logam ataupun paduan logam karena inhibitor mampu memperlambat dan bahkan hampir dapat menghilangkan proses korosif (Ji *et al.*, 2015 dan Njoku *et al.*, 2018).

Inhibitor korosi banyak dipakai di industri untuk menghalangi terjadinya korosi terhadap logam ataupun paduan logam karena inhibitor mampu memperlambat dan bahkan hampir dapat menghilangkan proses korosif. Senyawa organik yang mengandung atom nitrogen, oksigen dan sulfur merupakan mayoritas inhibitor yang digunakan dalam industri yang terkait dengan korosi di lingkungan asam. Inhibitor yang mempunyai dua atau lebih ikatan rangkap juga mengambil bagian penting dalam memfasilitasi adsorpsi senyawa ini ke permukaan logam, karena ikatan dapat terbentuk antara pasangan elektron dan atau awan elektron atom donor dan permukaan logam sehingga dapat mengurangi serangan zat korosif yang ada pada media asam. Dengan demikian inhibitor tersebut adalah zat yang digunakan untuk menghentikan atau memperlambat proses korosi (Ferreira *et al.*, 2016).

Inhibitor berfungsi untuk menginhibisi pembentukan produk korosi pada logam sehingga proses korosi berlangsung jauh lebih lambat. Secara umum, inhibitor korosi ada dua jenis yaitu inhibitor anorganik dan inhibitor organik. Akan tetapi, inhibitor anorganik yang banyak digunakan sekarang cukup mahal dan memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Oleh karena itu penggunaan inhibitor yang aman, mudah didapatkan, bersifat *biodegradable*, biaya murah dan ramah lingkungan sangatlah diperlukan. Berbagai inhibitor korosi ini, karena berasal dari bahan alam maka disebut sebagai *green corrosion inhibitor* (inhibitor korosi hijau). Inhibitor korosi ini dapat terurai secara hayati dan tidak mengandung logam berat

atau senyawa toksik lainnya. Beberapa kelompok penelitian lain juga telah melaporkan keberhasilan penggunaan zat alami untuk menurunkan laju korosi logam di lingkungan asam dan basa (Rani dan Basu, 2012; Raja *et al.*, 2013; Fouda *et al.*, 2014; Dekmouche *et al.*, 2014; dan Li *et al.*, 2014).

Penggunaan ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi telah dilaporkan oleh beberapa peneliti, diantaranya ekstrak dari daun cassava (Gusti *et al.*, 2017), kulit cacao (Yetri *et al.*, 2016), daun pepaya (Mark, Aharanwa dan Igwe, 2019), kulit *Musa paradisiaca* (Ji, Anjum, Sundaran dan Praksh, 2015), dan *Pandanus tectorius* (Al-Turkustani, 2013) telah digunakan sebagai inhibitor korosi yang cukup efektif. Penelitian lain penggunaan ekstrak daun tumbuhan adalah dari daun *Passiflora foetida* (Muthumanickam *et al.*, 2015), Ginkgo (Qiang *et al.*, 2018), *Manihot esculenta* (Gusti *et al.*, 2017), fenugreek (Noor, 2007), *Nauclea latifolia* (Uwah, Okafor dan Ebiekpe, 2013) dan *Nicotiana tabacum* (Bhawsar, Jain dan Jain, 2015). Di samping daun, biji dan kulit buah juga diteliti untuk digunakan sebagai inhibitor korosi baja (Rocha, Gomes dan D'Elia, 2010; Ramos, Senna dan do Lago, 2019; dan Stiadi *et al.*, 2020a).

Daun pakis resam dalam analisis flavonoid digunakan sebagai kontrol negatif. Flavonoid tersebar dalam tumbuhan pakis dan tumbuhan tinggi lain dan berada dalam bentuk bebas maupun glikosida. Tumbuh-tumbuhan tersebut berbeda dalam hal kandungan flavonoidnya, berbeda juga gugus hidroksil atau metoksil, dan posisi residu gula yang terikat pada aglikon. Penelitian terhadap hasil hidrolisis asam dari 40 tumbuhan pakis *Aspleniaceae* menunjukkan bahwa 13% diantaranya mengandung flavon termetilasi, 13% flavon C-glikosida, dan proantosianidin. Aglikon flavonoid dari *Angiospermae* didasarkan pada senyawa kaempferol dan kuersetin. Adanya gugus -OH yang termetilasi menyebabkan flavonoid tersebut tidak dapat teridentifikasi dengan pereaksi amoniak, NaOH, AlCl₃, dan sitroborat (Samuelsson, 2005).

Metabolit sekunder yang didapatkan melalui metode ekstraksi seperti maserasi dan sokletasi dari berbagai bagian tumbuhan telah memberikan harapan yang cukup besar untuk digunakan sebagai bahan *green inhibition* terhadap korosi baja lunak. Penggunaan bahan alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan telah diteliti untuk menggantikan bahan sintetik sebagai penghambat laju korosi.

Senyawa sintetik yang menunjukkan aktivitas anti korosi yang baik sudah banyak ditemukan, tetapi sebagian besar sangat beracun bagi manusia dan lingkungan. Efisiensi inhibisi korosi bahan alami memperlihatkan aktivitas anti korosi yang tidak kalah baik dibandingkan bahan sintetik (Pruthviraj, Prakash dan Somasheklariah, 2003; dan Bhawsar *et al.*, 2015).

Efisiensi inhibisi korosi dari ekstrak alami masih dapat ditingkatkan dengan bantuan aditif lain. Penggunaan ekstrak daun pakis resam yang bersinergi dengan ion iodida akan memberikan peningkatan efisiensi inhibisi korosi baja lunak dalam medium asam klorida. Pengaruh sinergetik inhibitor dan aditif lain dalam berbagai lingkungan korosif telah muncul dalam berbagai laporan penelitian. Penelitian tentang efek sinergetik di lingkungan asam klorida antara lain ekstrak daun beberapa tumbuhan dan ion iodida, beberapa anion dan amina. Di samping itu telah dilaporkan juga pengaruh 1-etil-1 metilpirrolidinium tetrafluoroborat dan ion-ion iodida, pengaruh ion-ion halida dan berbagai senyawa organik (Li *et al.*, 2014; Fouda *et al.*, 2019; Gerengi *et al.*, 2016 dan Umoren *et al.*, 2014).

Kemampuan suatu senyawa untuk bertindak sebagai inhibitor korosi dapat diuji melalui eksperimen maupun komputasi. Eksperimen yang biasa membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tinggi dapat dikurangi dengan memanfaatkan kemajuan *hardware* dan *software* kimia komputasi. Perhitungan kimia komputasi dapat digunakan untuk memprediksi kemampuan suatu senyawa sebelum dilakukan penelitian di laboratorium. Metode komputasi digunakan untuk menghitung parameter kimia kuantum dan menggambarkan struktur molekul senyawa organik sebagai inhibitor korosi (Obi-Egbedi *et al.*, 2011).

Salah satu metode komputasi adalah Density Functional Theory (DFT) yang dapat digunakan untuk menentukan mekanisme reaksi inhibisi korosi dari senyawa organik. DFT juga dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik interaksi inhibitor, dan mengetahui pengaruh sifat struktural inhibitor pada proses korosi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan seperti studi komputasi inhibisi korosi untuk senyawa turunan 1,10-fenantrolin, studi komputasi inhibisi korosi dari senyawa 3-(2-p-tolildiazenil)-1-nitrosoaftalen-2-ol, senyawa 4-metil-4H-1,2,4,-triazole-3-tiol dan 2-asam merkaptopnikotinik (Mehmeti and Berisha, 2017; dan Zarrok *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian telah dilaporkan, dilakukan secara eksperimen maupun teoritis sebagai inhibitor korosi dengan menggunakan ekstrak tumbuhan. Salah satunya penggunaan ekstrak dari daun kacang gude (*Pigeon pea*). Ekstrak daun kacang gude mengandung senyawa luteolin yang memiliki heteroatom yaitu O dan atom yang mempunyai pasangan elektron bebas yang berikatan pada cincin heterosiklik sehingga dapat berperan sebagai donor elektron. Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa Luteolin memiliki efisiensi inhibisi sebesar 91% pada suhu 300 K. Selanjutnya luteolin diperbesar ukuran molekulnya dengan menambahkan substituen pendorong dan penarik elektron pada luteolin. Ukuran molekul inhibitor berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menutupi permukaan logam yang pada akhirnya berpengaruh terhadap efisiensi inhibisi (Anadebe *et al.*, 2019 dan Verma *et al.*, 2018).

1.2. Masalah Penelitian

1. Apakah kandungan kimia ekstrak daun pakis resam (*Gleichenia linearis* Burm.) efisien dalam menghalangi korosi baja lunak.
2. Bagaimana peran sinergetik ion iodida dan ekstrak daun pakis resam dalam menghalangi korosi baja lunak.
3. Apakah senyawa utama daun pakis resam mampu menghambat korosi baja lunak secara teoritis.
4. Bagaimana tahapan, proses dan mekanisme ekstrak daun pakis resam dalam menghambat korosi baja lunak.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mempelajari laju korosi baja lunak dan efisiensi inhibisi korosi dalam medium korosif larutan asam klorida dengan adanya ekstrak maupun tanpa ekstrak daun pakis resam (*Gleichenia linearis* Burm.).
2. Menentukan perubahan laju korosi dan efisiensi inhibisi korosi baja lunak dalam medium korosif dengan adanya ion iodida dan ekstrak daun pakis resam.
3. Menganalisis kemampuan sebagai inhibitor dari senyawa utama daun pakis resam.

4. Menentukan mekanisme reaksi inhibisi korosi baja lunak oleh ekstrak daun pakis resam dan ion iodida dalam medium asam.

1.4. Hipotesis

- Kandungan kimia ekstrak daun pakis resam (*Gleichenia linearis* Burm.) efisien dalam menghalangi korosi baja lunak.
- Ion halida dapat berperan secara sinergistik dengan ekstrak daun pakis resam dalam menghambat korosi.
- Efek inhibisi korosi senyawa utama ekstrak daun pakis resam dapat ditentukan melalui studi teoritis.

1.5. Kegunaan atau Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini akan didapatkan efisiensi inhibisi kandungan kimia ekstrak daun pakis resam dalam menghalangi korosi baja lunak. Selanjutnya akan diketahui bagaimana tahapan, proses dan mekanisme ekstrak daun pakis resam dalam menghambat korosi baja lunak.

1.6. Kebaruan Penelitian

Kebaruan dalam penelitian ini meliputi penggunaan ekstrak daun pakis resam yang belum diketahui efeknya dalam menghambat korosi baja lunak. Di samping itu, ekstrak daun pakis resam disinergikan dengan ion iodida dan dipelajari menggunakan metode pengukuran kehilangan berat, polarisasi potensiostatik yang dikombinasikan dengan metode kimia komputasi sehingga memberikan bahasan yang berbeda. Hasil penelitian eksperimen dan teoritis digunakan untuk menjelaskan mekanisme inhibisi korosi baja lunak dari inhibitor yang diteliti.