

Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*) Sebagai Inhibitor Korosi Yang Ramah Lingkungan Pada Baja Lunak Dalam Media Air Gambut

Muhamad Reza Prasetio¹, Armitha Dea Pradina¹, Diah Riski Gusti^{1*} dan Nindita Clourisia Amaris Susanto²

¹Program Studi S1 Kimia, Universitas Jambi, Muara Bulian, Jambi, Indonesia

²Program Studi D3 Farmasi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

ABSTRAK

Pemanfaatan baja lunak dalam industri sebagai alat konstruksi dan transportasi karena baja memiliki banyak manfaat antara lain kokoh, mudah digunakan dan sederhana. Namun, baja rentan terkena korosi karena berinteraksi dengan kondisi lingkungan asam, alkali, dan lingkungan agresif lainnya. getah merkubung (*Macaranga gigantea*) dipilih sebagai inhibitor korosi karena mengandung senyawa metabolit sekunder, salah satunya yaitu tanin. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap laju korosi, efisiensi dalam media air gambut. Metode pengujian yaitu metode kehilangan berat, dimana laju korosi tertinggi pada suhu 333 K dengan konsentrasi 0,5 g/L adalah 0,555 g/cm².jam. Sedangkan nilai efisiensi sebesar 67,196 % pada suhu 333 K dengan konsentrasi 2,5 g/L. Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu Analisis Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) dan Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR).

Kata kunci: Korosi; Inhibitor; baja; Air Gambut; *Macaranga gigantea*

ABSTRACT

Utilization of mild steel in industry as a means of construction and transportation because steel has many benefits including being sturdy, easy to use and simple. However, steel is susceptible to corrosion because it interacts with acidic, alkaline, and other aggressive environmental conditions. The extract of merkubung gum (*Macaranga gigantea*) was chosen as an inhibitor corrosion because it contains secondary metabolites, one of which is tannins. The purpose of this study was to analyze the effect of extract concentration on the corrosion rate, efficiency of peat water media. The test method used is the weight loss method, where the highest corrosion rate is at a temperature of 333K with a concentration of 0,5 g/L is 0,555 g/cm².hour. While the efficiency value is 67.196% at a temperature of 333 K with a concentration of 2.5 g/L. The analysis used in this research is Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) and Fourier Transform Infrared (FTIR) analysis.

Keywords: corrosion; inhibitor; mild; peat water; *Macaranga gigantea*

Received: 05-08-2023, Accepted: 15-12-2024, Online: 11-04-2025

PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu material kuat dan mudah didapatkan. Kandungan utama baja terbuat dari campuran besi dan karbon. Salah satu jenis baja yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah baja lunak karena tahan lama, mudah diperoleh dan dapat dibentuk dengan ukuran yang diinginkan (Gusti dkk., 2017). Pada umumnya baja cenderung mudah mengalami korosi akibat adanya interaksi dengan lingkungan yang bersifat korosif seperti lingkungan asam, alkali dan garam (Hassan dkk., 2016). Salah satu faktor penyebab terjadinya korosi dalam bidang industri adalah penggunaan larutan asam, alkali dan larutan garam selama proses pembersihan, pemindahan, penyimpanan dan proses kimia lainnya (Akinbulumo dkk., 2020). Korosi dapat menimbulkan kerugian secara langsung diantaranya yaitu kerusakan pada peralatan, permesinan dan struktur bangunan.

*Corresponding author:
diahgusti@unja.ac.id

Air gambut memiliki pH yang sangat rendah mulai dari 3-6. Air gambut berwarna coklat keabu-abuan sampai gelap karena kandungan besar bahan alam yang terurai seperti korosif humat dan turunannya. Asam humat berasal dari bahan alami seperti pohon, daun atau kayu dengan tingkat pembusukan yang berbeda (Erna dkk., 2016; Said dkk., 2019). Keterbukaan terhadap air gambut yang bersifat asam dapat mempengaruhi kepadatan beton bertulang, terutama kerusakan permukaan substansial dan konsumsi baja pendukung dalam bahan bangunan yang mempengaruhi umur bantuan bahan bangunan itu sendiri. Beton bertulang dapat diserang dari berbagai asam organik maupun anorganik seperti asam humat asam fulvat, asam sulfat, nitrat, klorida, fosfat, asetat, laktat dan lain-lain. Dari berbagai jenis asam, korosif sulfat dianggap sebagai korosif yang paling merusak beton bertulang (Roni dkk, 2021).

Korosi dapat mendorong peningkatan biaya perbaikan dan penyalahgunaan sumber daya mineral. Sampai saat ini para peneliti telah mengarahkan penelitian yang berbeda pada strategi perlindungan korosi, namun teknik saat ini masih cukup mahal, sehingga membutuhkan solusi untuk mengatasi masalah ini (Cholil dkk., 2018). Salah satu upaya untuk mengatasi korosi adalah dengan menambahkan inhibitor korosi. Inhibitor korosi bekerja memperlambat laju korosi dengan membentuk lapisan pertahanan pada permukaan baja lunak. Lapisan molekul pertama yang terbentuk yaitu daerah mempunyai ikatan sangat kuat yang disebut adsorpsi kimia (Asmara dkk., 2018).

Menurut Sibarani dkk (2021) Penggunaan senyawa inhibitor baru-baru ini telah diteliti dengan cermat karena efisiensi inhibitorynya yang luar biasa, inhibitor non-biodegradable, sifat ramah lingkungan, dan biaya yang wajar dibandingkan dengan senyawa inhibitor anorganik. Pemanfaatan inhibitor dalam penelitian ini adalah ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*), tumbuhan ini belum banyak dimanfaatkan khususnya getahnya.

Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Oktafiani, 2019) kandungan dari ekstrak getah kayu merkubung (*Macaranga gigantea*) yaitu steroid, terpenoid, flavonoid dan tanin. Salah satu senyawa yang terkandung dalam kulit kayu merkubung (*Macaranga gigantea*) yaitu tanin yang merupakan senyawa polifenol. Senyawa yang paling dominan adalah tanin. Gugus fungsi OH pada tanin memungkinkan tanin untuk membentuk kompleks dengan logam (Hanura, 2018).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah getah merkubung (*Macaranga gigantea*), baja lunak (Fe=98,5 %, C=0,19% dan Mn=0,654%) , air gambut sebagai medium korosif, aquades, etanol, kertas saring dan aseton.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah bor listrik berdiameter 3 mm, neraca analitik, jangka sorong, kertas saring, amplas, benang nilon, tusuk gigi, gunting, tissue, sikat halus peralatan gelas, batang pengaduk, termometer, *water bath*, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Persiapan Spesimen Baja

Baja lunak dipotong dengan ukuran $\pm (2 \times 1)$ cm dan dilubangi menggunakan bor dengan lebar 3 mm. Permukaan baja dihaluskan menggunakan amplas besi kelas 120, kemudian dicuci menggunakan aquades dan aseton untuk menghilangkan lemak yang menempel pada spesimen baja lunak tersebut.

Pembuatan Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*)

Penelitian ini menggunakan getah merkubung (*Macaranga gigantea*) sebagai bagian tanaman yang akan diteliti dan diperoleh dari daerah Mendalo Kabupaten Muaro Jambi. Sebanyak 100 mL getah *Macaranga gigantea* dimasukkan kedalam labu bundar dan ditambahkan aquades (1:3) berat getah *Macaranga gigantea*. Campuran direfluks selama 3 jam dengan penangas air pada suhu 343 K sampai 353 K. Selanjutnya campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtratnya. Ampas atau residu dari getah *Macaranga gigantea*

diekstrak kembali sebanyak dua kali dan hasil saringan dicampur dengan filtrat utama. Setelah itu, filtrat diuapkan menggunakan waterbath pada suhu 343 K sampai diperoleh tanin pekat.

Skrining Fitokimia Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*)

Skrining fitokimia mengacu pada Sulistyarini dkk (2019) yang menggabungkan tes untuk uji flavonoid, alkaloid, fenolik, kuinon, steroid, saponin, terpenoid dan tanin.

Pembuatan Larutan Inhibitor Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*)

Ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) ditimbang sebanyak 1,25 gram, kemudian diencerkan ekstrak tersebut dengan labu volumetrik 500 mL menggunakan larutan air gambut. Sehingga didapat dari konsentrasi sebesar 2,5 g/L. kemudian ekstrak tersebut diencerkan lagi untuk mendapatkan konsentrasi 2.0;1.5;1.0 dan 0,5 g/L.

Pengujian Baja Lunak dengan Media Air Gambut

Baja lunak direndam dalam media air gambut. Pengukuran berat hilang spesimen lempeng baja lunak ditimbang dan kemudian direndam dalam 25 mL air gambut, waktu perendaman 3 jam dengan variasi suhu 303, 313, 323 dan 333 K. Kemudian diangkat dan dicuci menggunakan aquades dan aseton digunakan secara terpisah. Kemudian massa (m_2) ditimbang kembali sebanyak 3 kali.

Perendaman Baja Lunak Pada Inhibitor Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*) Dalam Medium Air Gambut

Baja yang telah disiapkan kemudian diikat dengan tali dan digantung dalam gelas beaker 50 mL yang berisi air gambut dan larutan inhibitor korosi dengan konsentrasi 2,5; 2.0; 1.5; 1,0 dan 0,5 g/L selama 3 jam. Variasi suhu perendaman dilakukan pada suhu 303, 313, 323 dan 333 K menggunakan water bath. Setelah perendaman selesai, baja diangkat, dibersihkan dengan aquades dan aseton, kemudian dikeringkan. Setelah pengeringan baja diukur dan hasil penimbangan dinyatakan sebagai berat terakhir (m_2).

Scanning Electron Microscopy /Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) dan Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Analisis SEM-EDX dan FTIR dianalisis di Universitas Lampung (UNILA). Baja lunak direndam dalam media air gambut dengan penambahan ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) yang memiliki efisiensi yang tinggi.

Analisis Data (Metode Kehilangan Berat)

Penentuan laju korosi dan efisiensi inhibis korosi pada baja lunak menggunakan persamaan 1 dan 2.

$$Cr = \frac{m_1 - m_2}{A \times t} \quad (1)$$

$$\eta (\%) = \frac{CR \text{ blanko} - CR \text{ inhibitor}}{CR \text{ blanko}} \times 100 \% \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining Fitokimia Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*)

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi golongan sekunder yang terkandung dalam ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) seperti alkaloid, fenolik, flavonoid, kuinon, saponin, steroid, tanin dan terpenoid. Dibawah ini merupakan hasil dari skrining fitokimia dari ekstrak getah merkubung.

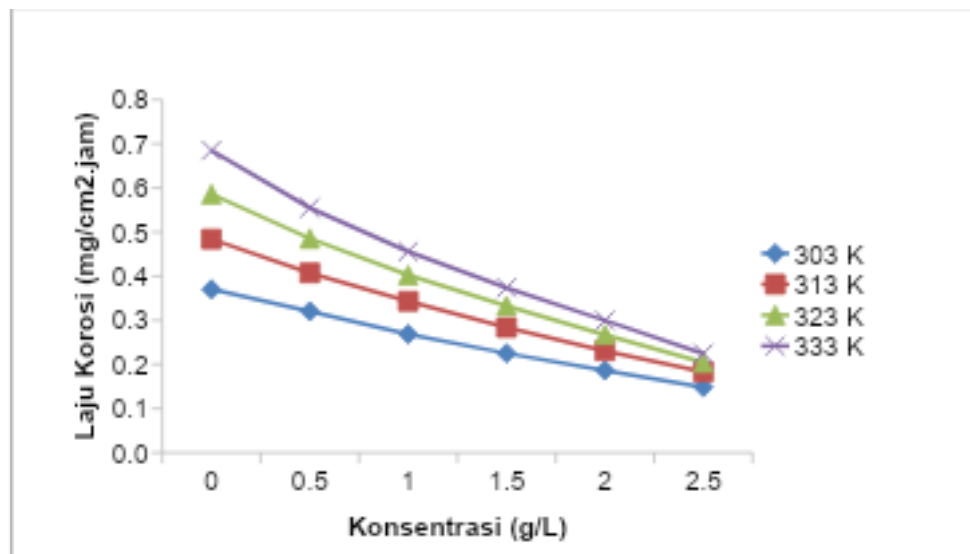
Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Getah Merkubung (*Macaranga gigantea*)

| Metabolit Sekunder | Pereaksi | Hasil |
|--------------------|----------------------|-------|
| Alkaloid | Dragendroff/ Mayer | -/- |
| Fenolik | FeCl ₃ 1% | + |
| flavonoid | Mg, HCl dan etanol | + |
| Kuinon | NaOH 1 N | + |
| Saponin | aquades | + |
| Tanin | FeCl ₃ 1% | + |
| terpenoid | burchard | + |
| steroid | burchard | - |

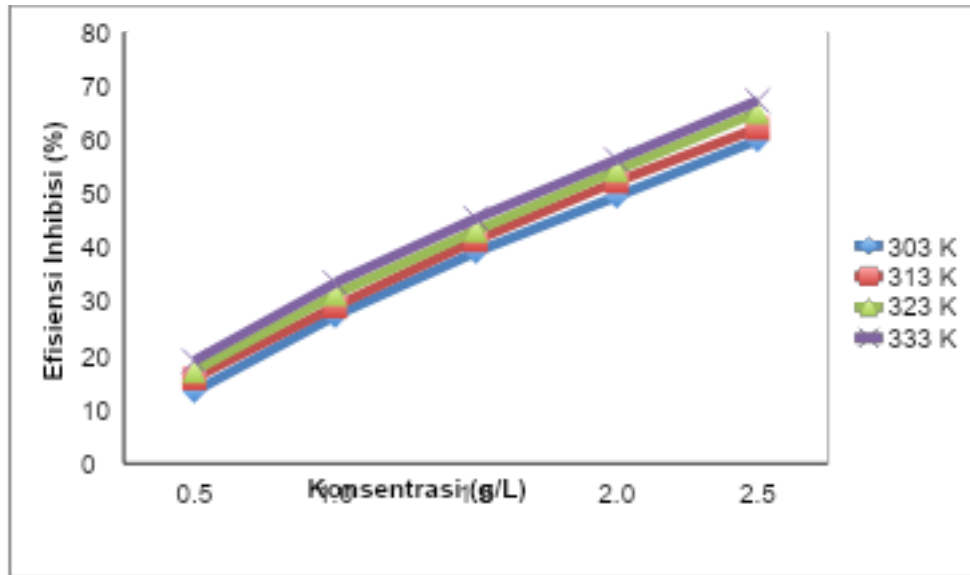
Dilihat dari tabel 1, terlihat bahwa ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) mengandung metabolit sekunder, yaitu fenolik, flavonoid, kuinon, saponin, tanin dan terpenoid. Sehubungan dengan senyawa alkaloid dan steroid menunjukkan hasil negatif. Berdasarkan hasil tersebut, ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) dapat dimanfaatkan sebagai penghambat korosi. Menurut Gusti dkk (2019) menyatakan bahwa senyawa yang mengandung heteroatom O,N dan/atau S, serta memiliki ikatan rangkap dan pasangan elektron bebas dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi yang efektif, karena dapat teradsorpsi pada lapisan permukaan baja lunak membentuk lapisan pertahanan sebagai pelindung dari lingkungan korosif.

Analisis Metode Kehilangan Berat

Metode kehilangan berat digunakan untuk menentukan laju korosi dan efisiensi inhibisi baja lunak pada media air gambut dan penambahan larutan inhibitor dari ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) dengan variasi 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 g/L selama 3 jam perendaman. Pengaruh konsentrasi inhibitor korosi terhadap laju korosi dan efisiensi dengan variasi suhu dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Terhadap Laju Korosi dengan Variasi Suhu

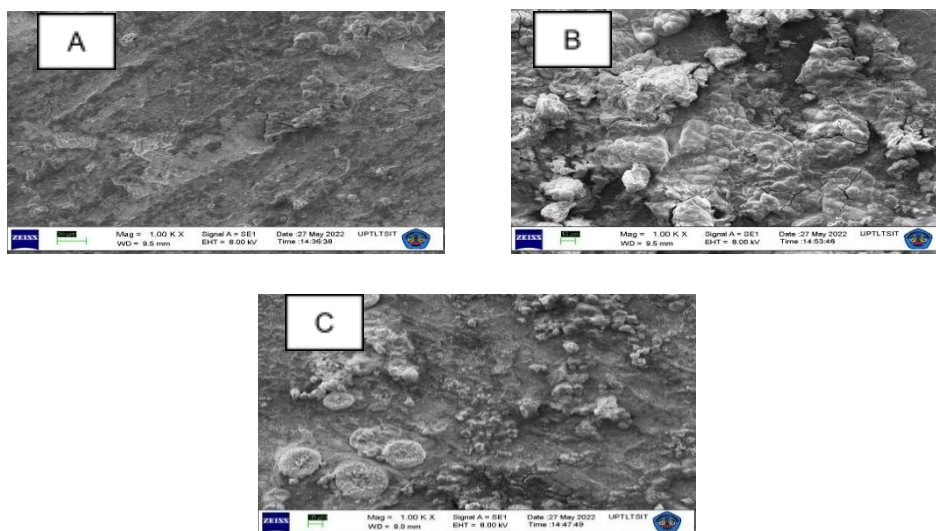


Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi dengan Variasi Suhu

Dilihat dari Gambar 1, menunjukkan bahwa nilai laju korosi yang sangat besar adalah perendaman dalam air gambut tanpa menggunakan ekstrak. Hal ini terjadi karena air gambut memiliki sifat asam yang cukup tinggi sehingga dapat menyerang baja, mengoksidasi Fe menjadi Fe^{2+} , sehingga menyebabkan terjadinya reaksi korosi (Nurhayati dkk, 2020). Sedangkan pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pengaruh suhu terhadap efisiensi inhibisi dimana semakin tinggi suhu, semakin tinggi pula nilai efisiensi inhibisinya. Hal ini dikarenakan tingkat laju korosi berkurang karena kandungan ekstrak getah merkubung yang teradsorpsi pada lapisan permukaan baja lunak.

Analisis Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)

Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan salah satu cara untuk membuktikan adanya pengaruh ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) terhadap laju korosi pada baja lunak. Hasil karakterisasi SEM dengan perbesaran 1000 kali dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 . Hasil SEM baja lunak: a) blanko; b) perendaman dalam air gambut; c) perendaman dalam larutan inhibitor ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) 2,5 g/L selama 3 jam

Gambar 3a memperlihatkan bahwa permukaan baja lunak tanpa perlakuan terlihat rata, bersih, tidak berpori, halus dan belum ada lubang-lubang dikarenakan tidak adanya interaksi

dengan lingkungan korosif. Korosi merupakan suatu kerusakan yang dihasilkan dari reaksi kimia antara sebuah logam atau logam panduan didalam suatu lingkungannya (Pramudita dkk., 2018). Gambar 3b memperlihatkan baja lunak yang tidak rata, terdapat gumpalan,kasar dan terdapat banyaknya pori-pori akibat korosi yang disebabkan oleh air gambut. Gambar 3c menunjukkan permukaan yang lebih terlihat tertutupi dibandingkan dengan Gambar 3b, walaupun masih ada gumpalan dan lubang-lubang kecil yang kurang merata. Hal ini disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) teradsorpsi pada permukaan baja lunak membentuk lapisan tipis (Gusti dkk., 2019). Berikut ini merupakan hasil SEM-EDX dari baja lunak.

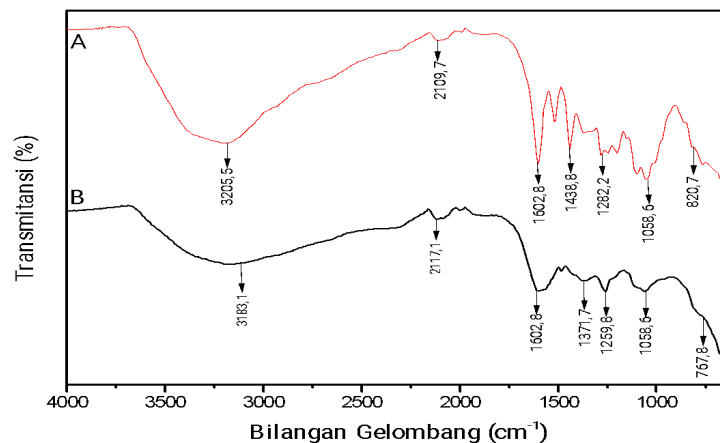
Tabel 2. Hasil SEM-EDX baja lunak

| Kandungan Unsur | Persentase (%) | | |
|-----------------|----------------|------------|----------------------|
| | Blanko | Air Gambut | Air Gambut + Ekstrak |
| Fe | 62,50 | 54,14 | 55,43 |
| O | 21,82 | 41,50 | 36,37 |
| C | 12,54 | 4,36 | 8,20 |
| Cu | 3,14 | - | - |

Analisis SEM bertujuan mengetahui struktur mikro pada lapisan permukaan sampel. Selain analisis SEM, analisis EDX juga dilakukan untuk menentukan komposisi senyawa atau unsur yang terkandung dalam sampel. Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil analisis EDX menunjukkan adanya Oksigen (O) pada sampel setelah uji korosi yang menunjukkan adanya produk korosi pada permukaan baja karena akibat pembentukan oksida logam (Novita dkk., 2018). Sedangkan pada unsur atom C mengalami penurunan setelah perendaman air gambut sebesar 4,36 %, setelah ditambahkan ekstrak persentase unsur C menjadi 8,20 %. Hal ini diakibatkan bahwa terjadinya penghambatan laju korosi setelah penambahan ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*). Persentase besi (Fe) sebelum dilakukan uji korosi sebesar 62,50%, setelah dilakukan uji korosi dengan media air gambut persentase Fe turun menjadi 54,14 % dan setelah dilakukan penambahan inhibitor korosi yaitu ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) persentase Fe bertambah menjadi 55,43%. Hal ini diakibatkan karena inhibitor dari ekstrak getah merkubug (*Macaranga gigantea*) dapat memperlambat laju korosi besi didalam media air gambut. Sedangkan untuk persentase tembaga (Cu) sebelum dilakukan perendaman terdapat 3,14 % dan setelah penambahan medium korosifnya dan ekstrak unsur tembaga (Cu) 0 %. Hal ini disebabkan terjadinya korosi pada baja lunak setelah perendaman dalam medium korosifnya sehingga unsur tembaga (Cu) dalam baja lunak tersebut tidak terdeteksi.

Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)

Analisis FTIR digunakan untuk menentukan senyawa gugus fungsi yang berperan sebagai inhibitor korosi dalam senyawa metabolit sekunder dari ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*). Senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH), karbonil (=CO), karboksil (-COOH), C-H, -CO-, C-Cl, -C=C-, amina (-C=N) atau gugus fungsi lainnya yang memiliki pasangan elektron bebas, sehingga dapat teradsorpsi ke permukaan logam (Permanasari dkk., 2020). Bilangan gelombang inframerah yang digunakan dalam penelitian ini berkisar antara 4000 sampai 600 cm^{-1} . Berikut ini merupakan spektrum FTIR ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Spektrum FTIR **a, merah**) ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) **b, hitam**) produk korosi baja lunak dalam larutan inhibitor ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) 2,5 g/l selama perendaman 3 jam

Gambar 5 a menunjukkan pola kesamaan dengan Gambar 5 b. Perubahan pergeseran bilangan yang ditampilkan dalam spektrum inframerah, himpunan gugus fungsi -O-H dengan bilangan gelombang 3205,5 cm^{-1} menuju ke 3183,1 cm^{-1} , gugus fungsi C=O dengan bilangan gelombang 2109,7 menuju ke 2117,1 cm^{-1} , gugus fungsi C-H (alkana) dengan bilangan gelombang 1438,8 cm^{-1} menuju ke 1371,7 cm^{-1} , gugus C-H (aromatik) dengan bilangan gelombang 820,7 cm^{-1} menuju ke 767,8 cm^{-1} sedangkan untuk C=C dan C-O tidak mengalami pergeseran gelombang, yaitu 1602,8 cm^{-1} dan 1058,6 cm^{-1} . Pergeseran bilangan gelombang dari OH, C=O dan C-O dengan Fe^{2+} pada permukaan baja lunak (Sanjaya dkk., 2019).

SIMPULAN

Nilai laju korosi dan nilai efisiensi inhibisi ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) pada baja lunak dalam media air gambut meningkat seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak dan meningkatnya pada suhu perendaman 333 K pada konsentrasi 0,5 g/L dan 2,5 g/L yaitu 0,555 $\text{mg/cm}^2\cdot\text{jam}$ dan 67,196 %. Analisis SEM menunjukkan bahwa baja lunak setelah perendaman dalam medium korosif air gambut tidak rata, kasar dan terdapat banyaknya pori-pori. Sedangkan baja lunak setelah perendaman dalam larutan inhibitor ekstrak getah merkubung (*Macaranga gigantea*) sedikit pori-pori dibandingkan dengan baja lunak yang direndam dalam media korosif. Analisis FTIR menunjukkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang sesudah dan sebelum perendaman medium korosifnya yaitu 3205,5 cm^{-1} menuju 3183,1 cm^{-1} ; 2109,7 cm^{-1} menuju 2117,1; 1438,8 cm^{-1} menuju 1371,7 cm^{-1} ; 1282,2 cm^{-1} menuju 1259,8 cm^{-1} dan 820,7 menuju 767,8 cm^{-1}

DAFTAR RUJUKAN

- Akinbulumo, O. A., Odejebi, O. J., & Odekanle, E. L. (2020). Thermodynamics and adsorption study of the corrosion inhibition of mild steel by *Euphorbia heterophylla* L. extract in 1.5 M HCl. *Results in Materials*, 5(1):1-12. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2020.100074>
- Asmara, Y. P., Kurniawan, T., Sutjipto, A. G. E., & Jafar, J. (2018). Application of plants extracts as green corrosion inhibitors for steel in concrete - A review. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 3(2), 158–170. <https://doi.org/10.17509/ijost.v3i2.12760>
- Cholil, M. N., Ramadhan, D., & Maulidia, Y. (2018). Inhibisi Korosi Pada Baja Lunak Dalam Media Air Gambut Dengan Metode Elektroplating. *Jurnal ELKHA*, 10(2), 56–61.
- Erna, M., Emriadi, E., Alif, A., & Arief, S. (2016). Thermodynamic Properties and Characterizations of Chitosan Nano-Particles Corrosion Inhibition on the Surface of Mild Steel in Peat Water Media. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 12(1), 27-35. <https://doi.org/10.20961/alchemy.v12i1.936>
- Gusti, D. R., Emriadi, Alif, A., & Efdi, M. (2017). Corrosion Inhibition of Ethanol Extract of Cassava (*Manihot esculenta*) Leaves on Mild Steel in Sulfuric Acid. *International Journal*

- of *ChemTech Research*, 10(2), 163–171.
[http://www.sphinxsai.com/2017/ch_vol10_no2/1/\(163-171\)V10N2CT.pdf](http://www.sphinxsai.com/2017/ch_vol10_no2/1/(163-171)V10N2CT.pdf)
- Gusti, D. R., Lestari, I., Permana, E., & Anggraini, R. (2019). Exploration of coffee bean husks waste as an eco-environmentally friendly corrosion inhibitor on mild steel in sulphuric acid solutions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 483(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/483/1/012007>
- Hanura, I. Y. (2018). Isolasi Senyawa Kimia Dari Ekstrak Etanol *Getah Merkubung (Macaranga gigantea Muell. Arg.)*. Skripsi. Universitas Jambi.
- Hassan, K. H., Khadom, A. A., & Kurshed, N. H. (2016). Citrus aurantium leaves extracts as a sustainable corrosion inhibitor of mild steel in sulfuric acid. *South African Journal of Chemical Engineering*, 22(1), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2016.07.002>
- Novita, S., Ginting, E., & Astuti, W. (2018). Analisis Laju Korosi dan Kekerasan pada Stainless Steel 304 dan Baja Nikel Laterit dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, dan 10 %) dalam Medium Korosif. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 6(1), 21–32.
- Nurhayati, I., Karo, P. K., & Syafridi, S. (2020). Efektivitas Ekstrak Kulit Buah Maja Sebagai Inhibitor pada Baja Karbon Aisi 1020 dalam Medium Korosif NaCl 3% dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 159–168. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v8i2.1862>
- Oktafiani, R. (2019). Termodinamika Dan Kinetika Adsorpsi Baja Lunak Pada Inhibitor Ekstrak *Getah Merkubung (Macaranga Gigantea Muell. Arg.)* Dalam Medium Asam Sulfat. Skripsi. Universitas Jambi.
- Permanasari, A. R., Saputra, T. R., Nurul'Aina, A., & Liska, S. (2020). Penentuan Pelarut Terbaik pada Ekstraksi Tanin Kulit Kayu Akasia dan Pengaruhnya Sebagai Inhibitor Laju Korosi pada Baja Karbon. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(1), 7-16. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i1.129>
- Pramudita, M., Sukirno, & Nasikin, M. (2018). Influence of tannin content in Terminalia catappa leaves extracts resulted from maceration extraction on decreasing corrosion rate for mild steel in 1M H₂SO₄. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 345(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/345/1/012023>
- Roni, S., Olivia, M., & Wibisono, G. (2021). Durabilitas Beton Bertulang Di Lingkungan Tanah Gambut Di Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Teknik*, 15(1), 26–34.
- Said, Y. M., Achnopa, Y., Zahar, W., & Wibowo, Y. G. (2019). Karakteristik Fisika dan Kimia Air Gambut Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 11(2), 132–142.
- Sanjaya, S., Chandra, G., Wardhana, K., Santoso, P., Anggorowati, A. A., & Sudaryanto, Y. (2019). Pengendalian Laju Korosi Tembaga Pada Media Korosi Larutan NaCl dan HCl Dengan Menggunakan Tanin Daun Jambu Biji Sebagai *Green Inhibitor*. *Scientific Journal Widya Teknik*. 18(2), 1-5.
- Sibarani, R. G., Ramadhanti, P., Kurniawansyah, G., & Gusti, D. R. (2021). Eksplorasi Limbah Kulit Nanas sebagai Biomaterial Menanggulangi Permasalahan Korosi pada Baja. *Jurnal BiGME*, 1, 38–45.
- Sulistyarini, I., Sari, D. A., & Wicaksono, T. A. (2019). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 1(1), 56–62.