

Studi Pemanfaatan Ekstrak Lignin Kulit Kopi Sebagai Inhibitor Organik Korosi Besi

Zainul Hasan*, Tri Mulyono, I Nyoman Adi Winata

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Jember

E-mail: hasan.140692@gmail.com

ABSTRAK

Besi dapat mengalami korosi akibat pengaruh lingkungan. Salah satu cara menghambat korosi yaitu menggunakan inhibitor organik. Kulit kopi merupakan limbah industri dengan kandungan lignin yang diindikasikan dapat digunakan sebagai inhibitor korosi. Lignin dipisahkan dari kulit kopi dengan metode ekstraksi dan untuk mengetahui gugus fungsinya dilakukan uji IR. Inhibisi korosi besi ditentukan dengan metode weight loss. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh ekstrak lignin kulit kopi dengan variasi konsentrasi dan temperatur terhadap laju korosi besi dalam medium korosi HCl 1 M. Studi termodinamika dilakukan untuk mengetahui proses inhibisi ekstrak lignin kulit kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi menurun dengan penambahan konsentrasi lignin. Namun, variasi temperatur menyebabkan meningkatnya laju korosi. Studi termodinamika menghasilkan nilai E_a , ΔH , ΔS , and ΔG_{ads}° yang menunjukkan bahwa ekstrak lignin kulit kopi dapat menghambat korosi melalui proses adsorpsi fisik dan reaksi berlangsung spontan.

Kata Kunci: Korosi, Inhibitor, Kulit Kopi, Lignin.

PENDAHULUAN

Definisi umum korosi yaitu kerusakan yang terjadi secara bertahap. Korosi merupakan reaksi kimia atau reaksi elektrokimia antara material logam dan lingkungan yang menyebabkan kerusakan material dan sifat-sifatnya [1].

Inhibitor organik merupakan inhibitor yang berasal dari alam seperti tanaman. Adsorpsi inhibitor organik pada permukaan logam dapat terjadi secara fisik atau kemisorpsi [2]. Inhibitor merupakan metode perlindungan yang fleksibel, mudah diaplikasikan, dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi [3].

Pemanfaatan kulit kopi umumnya hanya sebagai pakan ternak, pupuk organik, dan briket. Kandungan kimia kulit kopi selain mengandung senyawa alkaloid, serat, protein, lemak, dan lignin. Kulit kopi mengandung lignin dengan kisaran 6-25% tergantung proses pengolahannya [4].

Lignin adalah makromolekul fenolik terdiri dari tiga unit fenilpropana utama (monolignol) yaitu: koniferil alkohol, sinapil alkohol, dan p-kumaril alkohol [5]. Gugus OH dan cincin aromatik pada struktur lignin diketahui sebagai pusat adsorpsi yang membentuk lapisan inhibitor [6].

METODE PENELITIAN

Alat

Alat gelas, neraca analitik, ampelas, kertas saring, ayakan 70 mesh, FTIR, *water bath*, oven, mesin penggiling.

Bahan

Akuades, asam klorida (HCl *merck* 37%), asam sulfat (H₂SO₄ *merck* 98%), aseton (CH₃COCH₃), besi kerangka beton, kulit kopi, natrium hidroksida (NaOH *merck*).

Preparasi Besi

Besi diameter 1 cm dipotong sepanjang 5 cm dan di bor bagian tengahnya. Besi dibersihkan dan ditimbang berat awalnya.

Ekstraksi Lignin Kulit Kopi

Kulit kopi dioven hingga kering pada temperatur 60°C selama 24 jam. Kulit kopi kering digiling dan diayak dengan ayakan 70 mesh. 200 gram serbuk kulit kopi direndam dalam 2 L NaOH 15 %. Campuran larutan dipanaskan menggunakan *water bath* pada temperatur 80°C dan diaduk selama 2 jam, kemudian didinginkan hingga terbentuk endapan. Endapan dipisahkan dari filtratnya. Filtrat diasamkan dengan H₂SO₄ 40% hingga pH 2 dan terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk disaring dan dikeringkan dalam oven dengan temperatur 60°C selama 4 jam kemudian didinginkan [7]. Hasil ekstrak dianalisa menggunakan FTIR untuk menentukan gugus fungsinya.

Uji Inhibisi Korosi Besi

Besi direndam selama 3 jam dalam tabung reaksi yang berisi 15 mL larutan HCl 1 M dengan variasi konsentrasi lignin 0, 5, 10, 15, dan 20 gram/L HCl 1 M dan variasi temperatur 303, 313, 323, dan 333K.

Analisa Data Inhibisi

- Laju reaksi korosi dirumuskan :
- Besar inhibisi dirumuskan :

Studi Termodinamika korosi

Penentuan Parameter Adsorpsi

- Adsorpsi isothermal Langmuir dirumuskan :
- Persamaan Temkin dirumuskan :

Penentuan Termodinamika Korosi

- E_a dihitung dengan persamaan Arrhenius:
- Penentuan entalpi dan entropi dihitung dengan persamaan:

Energi bebas adsorpsi dihitung dengan persamaan:

HASIL DAN PEMBAHASAN

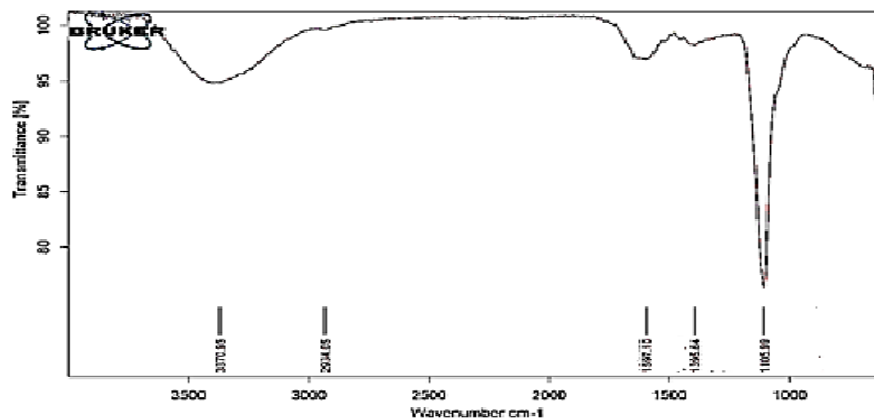
Ekstraksi Kulit Kopi

Kulit kopi dikeringkan dan digiling, kemudian diayak dengan ayakan 70 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang homogen. Penambahan NaOH 15 % berfungsi melarutkan senyawa fenolik pada lignin sehingga terbentuk garam fenolat yang larut. Fungsi pemanasan pada temperatur 80°C selama 2 jam adalah untuk menghomogenkan larutan dan mempercepat reaksi pembentukan garam fenolat sehingga lignin terpisah dari senyawa lainnya. Setelah proses pemanasan dilakukan penyaringan untuk memisahkan senyawa lain yang mengendap dengan lignin terlarut setelah dilakukan proses pengendapan.

Larutan lignin kemudian diasamkan dengan H₂SO₄ 40% hingga pH ± 2 untuk mengendapkan kembali lignin yang terlarut. Endapan lignin dipisahkan dengan cara disaring, kemudian hasil endapan dikeringkan dalam oven dengan temperatur 60°C sehingga diperoleh lignin dalam bentuk padat.

Analisa Uji FTIR Ekstrak Lignin Kulit Kopi

Berdasarkan hasil spektrum yang telah dibandingkan dengan serapan lignin standar [8]. Gambar 1. menunjukkan adanya gugus fungsi OH dengan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 3370,95 cm⁻¹. Puncak pada panjang gelombang 2934,05 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C-H alkil, dan cincin aromatik ikatan C=C ditunjukkan pada panjang gelombang 1597,10 cm⁻¹. Daerah *finger print* pada kisaran panjang gelombang 700-1500 cm⁻¹ mengindikasikan ikatan atom. Panjang gelombang 1455,99 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C-H asimetris, 1105,99 merupakan ikatan C-O eter. Hasil tersebut menunjukkan adanya gugus OH dan cincin aromatik yang merupakan struktur utama lignin. Gugus OH diindikasikan berperan pada proses inhibisi.



Gambar 1. Spektrum FTIR Lignin Kulit Kopi

Tabel 1. Nilai K_{ads}

Temperatur	303 K	313 K	323 K	333 K
K _{ads}	2.31739	1.58124	1.46217	1.27350

Tabel 2. Nilai Energi Aktivasi

Konsentrasi	0 g/L	5 g/L	10 g/L	15 g/L	20 g/L
E _a (kJ/mol)	28.34243	30.92808	32.41629	40.90488	48.78655

Tabel 3. Nilai Entalpi dan Entropi

Konsentrasi	ΔH (kJmol ⁻¹)	ΔS (kJmol ⁻¹ K ⁻¹)
5 g/L	28.29488	0.00099
10 g/L	29.77381	0.00361
15 g/L	38.27514	0.02916
20 g/L	46.14461	0.05219

Tabel 4. Energi Bebas Adsorpsi

Temperatur	303 K	313 K	323 K	333 K
ΔG ⁰ _{Ads} (kJmol ⁻¹)	-12.2372	-11.6463	-11.8081	-11.7911

Pengaruh Variasi Konsentrasi dan Temperatur Inhibitor Ekstrak Lignin Kulit Kopi Terhadap Laju Korosi Besi

Pengaruh konsentrasi dan temperatur terhadap laju korosi digambarkan pada Gambar 2. Gambar tersebut menunjukkan semakin besar konsentrasi lignin, maka laju korosi semakin rendah tetapi laju korosi meningkat dengan meningkatnya temperatur.

Penentuan Adsorpsi Isotermis

Adsorpsi isotermis ditentukan dengan persamaan garis Langmuir dan Temkin. Persamaan Temkin memiliki nilai regresi lebih tinggi daripada persamaan Langmuir dari hasil persamaan garis $\log C$ vs θ . Adsorpsi isotermis Temkin lebih sesuai digunakan pada proses adsorpsi inhibitor organik [9]. Nilai K_{ads} dari persamaan Temkin ditunjukkan pada Tabel 1.

Nilai konstanta adsorpsi pada Tabel 1. digunakan untuk menentukan besar energi bebas adsorpsi yang dapat menyatakan adsorpsi inhibitor terjadi secara fisik (fisisorpsi) atau kimia (kemisorpsi).

Studi Termodinamika korosi

Energi Aktivasi

Ea ditentukan dengan persamaan Arrhenius dari plot garis $1/T$ vs $\ln CR$. Hasil dari persamaan garis menghasilkan nilai Ea yang dituliskan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2. nilai energi aktivasi meningkat dengan penambahan konsentrasi inhibitor. konsentrasi inhibitor dapat meningkatkan nilai energi aktivasi sehingga laju korosi besi menurun.

Perubahan Entalpi dan Entropi

Berdasarkan nilai Tabel 3. entalpi bernilai positif pada menunjukkan bahwa reaksi berjalan secara endoterm. Sementara nilai entropi yang bernilai positif mengindikasikan bahwa proses inhibisi ekstrak lignin berjalan spontan.

Energi Bebas Adsorpsi

Tabel 4 menunjukkan bahwa energi bebas adsorpsi bernilai negatif yang mengindikasikan reaksi berlangsung spontan. Reaksi inhibisi berjalan secara fisisorpsi untuk nilai ΔG^0_{Ads} diatas -20 kJ/mol dan nilai dibawah atau sama dengan -20 kJ/mol menunjukkan adsorpsi kimia [10]. Berdasarkan nilai tersebut disimpulkan bahwa proses adsorpsi ekstrak lignin kulit kopi sebagai inhibitor korosi besi terjadi secara fisik (fisisorpsi) dan berlangsung spontan.

KESIMPULAN

Lignin kulit kopi dapat digunakan sebagai inhibitor korosi dengan hasil spektrum IR yang menunjukkan adanya gugus fungsi yang berperan dalam proses inhibisi. Pengaruh variasi konsentrasi dapat menurunkan laju korosi akan tetapi laju korosi meningkat dengan meningkatnya variasi temperatur. Hasil studi termodinamika menunjukkan proses inhibisi merupakan proses adsorpsi fisik dan berlangsung spontan.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, J. R. 2000. *Corrosion Understanding The Basic*. Ohio: AIM International.
- Revie, R. W. 2011. *Uhlig's Corrosion Handbook*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Pradityana, A. 2013. Application of Myrmecodia Pendans Extract as Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 3,5% NaCl Solution. Proceeding of ICOM conference. Vol. 45 (3): 684-690.
- Murthy, P. S. dan Naidu, M. M. 2012. *Sustainable management of coffee industry by-products and value addition A review*. Resources, Conservation and Recycling vol.66 (1): 45-58.
- Dence, C.W. 1992. *Methods In Lignin Chemistry*. Berlin: Springer-Verlag.
- Altwaïq, A., Khouri, S. J., Al-luaibi, S., Lehman, R., Drücker, H., dan Vogt, C. 2011. *The Role of Extracted Alkali Lignin as Corrosion Inhibitor*. J. Mater. Environ. Sci. Vol. 2 (3): 259-270.
- Alaname, K. K. dan Olesgun, S. J. 2012. *Corrosion Inhibition Performance of Lignin Extract of Sun Flower (Tithonia Diversifolia) on Medium Carbon Low Alloy Steel Immersed in H₂SO₄ Solution*. Leonardo Journal of Sciences. Vol. 20 (1): 59-70.
- Stephen, Y., dan Carlton, W. 1992. *Methods in Lignin Chemistry*. London: Springer-Verlag.
- Sastri, V.S. 2011. *Green Corrosion Inhibitors Theory and Practice*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Olasehinde, E. F., Adesina, A. S., Fehintola, E. O., Badmus, B. M., dan Aderibigbe, A. D. 2012. Corrosion Inhibition Behaviour for Mild Steel by Extracts of Musa sapientum Peels in HCl Solution: Kinetics and Thermodynamics Study. IOSR-JAC. Vol. 2 (1): 15-23.