

**Korosi Besi dengan Elektrolit H₂SO₄ dan Karakterisasi Produk****Richard Leonardo Sianturi^{1*}, Linda Suyati¹, Yayuk Astuti¹**¹Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang 50275*Corresponding author: richardleonardo@students.undip.ac.id

Received: 11 Desember 2021 / Accepted: 22 Desember 2021

Available online:

Abstract

Telah dilakukan penelitian tentang penentuan laju reaksi korosi pada besi dalam air dan elektrolit asam sulfat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju korosi dengan menggunakan metode pengurangan berat, menentukan karakteristik produk dengan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari produk, menentukan karakteristik XRD untuk mengetahui struktur lingkup material dari produk dan menentukan kinetika reaksi produk terbaik. Metode yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari 3 tahap, yaitu preparasi larutan H₂SO₄ 0.0675M, 0.125M, 0.25M, 0.5M dan 1M, karakterisasi produk dan uji kinetika reaksi dengan variasi waktu 0, 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Hasil penelitian diperoleh endapan warna coklat dan karakterisasi FTIR Fe₂O₃ terlihat pada puncak 586 cm⁻¹. Produk hasil reaksi antara besi dengan H₂SO₄ muncul puncak yang sedikit bergeser pada sudut 2θ 24,10°, 32,90° dan 49,55°. Lalu pada hasil reaksi korosi besi dengan H₂O muncul puncak sudut 2θ pada 24,36°, 33,24° dan 49,43°. Peningkatan kecepatan korosi seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari larutan asam sulfat. Konstanta laju order satu dan dua berturut-turut sebesar 1.28 x 10⁻³ menit⁻¹ dan 2,9 x 10⁻⁴ M⁻¹ menit⁻¹.

Kata Kunci: besi, korosi, laju reaksi, XRD, FTIR**1. Pendahuluan**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat akhir-akhir ini membawa manusia kepada peradaban yang baru, dimana manusia memenuhi kebutuhannya yang sudah didukung oleh peralatan-peralatan yang serba modern. Dan hampir semua jenis peralatan yang digunakan, ternyata logam mendominasi sebagai bahan bakunya. Logam yang sudah ditemukan beratus-ratus tahun yang lalu, dalam penggunaannya sering kali menimbulkan masalah yang kadang sulit untuk memecahkannya. Salah satu masalah besar yang muncul logam yaitu korosi. Korosi merupakan gejala alamiah yang dapat terjadi pada semua logam. Korosi akan mempengaruhi daya guna dari semua logam sehingga menimbulkan kerugian yang cukup besar [1].

Proses korosi ini dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari antara lain ketika musim hujan, alat-alat yang terbuat dari besi cenderung akan mudah berkarat [2]. Dampak yang dapat ditimbulkan akibat kerusakan oleh korosi berpengaruh terhadap kehidupan manusia dan lingkungan. Selain menimbulkan dampak negatif,

hasil dari korosi juga dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan korosi (karat) antara lain sebagai material magnetik nano untuk mencegah pencemaran lingkungan [1].

Korosi merupakan reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung spontan, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses kerusakannya [3]. Ketika atom logam terekspos ke lingkungan yang mengandung molekul air, mereka akan melepas elektron, mengubah diri menjadi ion positif dan melibatkan aliran listrik. Efek ini akan terkonsentrasi dalam skala kecil yang mula-mula membentuk lubang kecil atau retakan, kemudian meluas sehingga mampu menimbulkan kegagalan. Korosi lokal yang berawal dari keberadaan lubang-lubang kecil seringkali terdapat kegagalan leleh awal yang ditambah dengan media korosif seperti air laut akan semakin memperbesar pertumbuhan retakan akibat leleh. Korosi juga terjadi lebih cepat pada area dimana perubahan microstructural akibat proses pengelasan.

Doi:

Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Rumus kimia karat besi adalah $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, suatu zat padat yang berwarna coklat-merah. Korosi merupakan proses elektrokimia. Pada korosi besi, bagian tertentu dari besi itu berlaku sebagai *anode*, di mana besi mengalami oksidasi. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Temperatur mempengaruhi kecepatan reaksi redoks pada peristiwa korosi [4]. Secara umum, semakin tinggi temperatur maka semakin cepat terjadinya korosi. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya temperatur maka meningkat pula energi kinetik partikel sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar. Dengan pengaruh lingkungan seperti perubahan suhu udara, air, zat-zat kimia, dan lain-lain dapat menurunkan kualitas ketahanan logam (korosi). Air merupakan elektrolit yang ikut bertanggung jawab terhadap kerusakan logam besi karena karat, demikian juga beberapa cairan lain seperti asam dan basa. Asam dan basa berpengaruh sesuai dengan jenis. Asam kuat seperti H_2SO_4 merupakan oksidator kuat, sehingga semakin tinggi konsentrasi H_2SO_4 maka semakin banyak karat yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan dilakukan penentuan laju reaksi korosi pada besi dalam air dan elektrolit asam sulfat dengan variasi konsentrasi dan waktu. Dilanjutkan dengan mengkarakterisasi hasil korosi dengan XRD dan FTIR untuk mengetahui jenis produk yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1. Preparasi Larutan H_2SO_4

Larutan elektrolit H_2SO_4 dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk H_2SO_4 menjadi berbagai.

2.2. Persiapan Sel Elektrokimia

Elektrokimia yang digunakan adalah elektrokimia dengan menggunakan 1 kompartemen serta larutan elektrolit H_2SO_4 dengan konsentrasi 0.0675M ; 0.125M ; 0.25M ; 0.5M ; 1M sebanyak 50 mL , plat besi dengan ukuran 6,6 x 1 cm digunakan sebagai elektroda

2.3. Uji Variasi Waktu Elektrokimia

Variasi waktu elektrokimia yang digunakan adalah 15, 30, 45, 60, 75 menit dengan konsentrasi H_2SO_4 sebesar 0.0675M ; 0.125M ; 0.25M ; 0.5M ; 1M sebanyak 50 ml

2.4. Pengeringan Produk Hasil Elektrokimia

Produk yang telah dihasilkan dari proses elektrokimia selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam lalu dilakukan penimbangan hingga konstan

2.5. Karakterisasi Produk

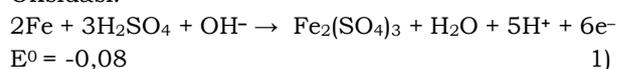
Produk yang dihasilkan pada elektrokimia selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan XRD untuk mengetahui kristalinitas dan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada produk hasil elektrokimia.

3. Hasil Dan Pembahasan

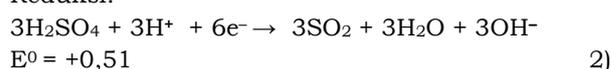
3.1. Reaksi Reduksi dan Oksidasi Besi (Fe)

Sel elektrokimia dibuat dengan memasukkan besi kedalam larutan H_2SO_4 . Pada proses ini terjadi reaksi reduksi dan oksidasi sebagai berikut :

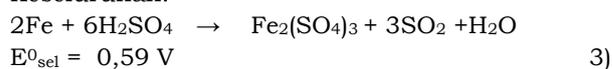
Oksidasi:



Reduksi:



Keseluruhan:



Dekomposisi:



Dengan menggunakan rumus $\Delta G = -nFE = -341,610 \text{ J}$ reaksi akan terjadi secara spontan dari reaksi 3 ke 4 Produk yang diperoleh kemudian dilakukan pengeringan dengan suhu 100°C selama 15 menit sehingga terbentuk endapan $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ kemudian berubah menjadi Fe_2O_3 yang berwarna coklat kemerahan dan nilai nilai ΔG bernilai negatif maka reaksi yang terjadi spontan.

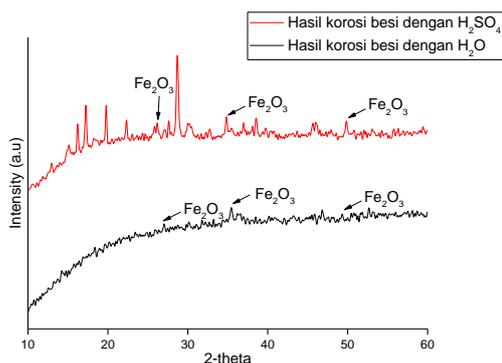


Gambar 1. Besi setelah dilakukan pengeringan menggunakan oven

3.2. Karakterisasi Produk

Sampel yang dikarakterisasi adalah endapan hasil elektrokimia yang telah dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 100°C dan waktu 15 menit. Produk dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen X Ray Diffraction pada sudut $2\theta = 2$ sampai 60° dengan kondisi operasi radiasi $\text{CuK}\alpha$ sebesar $1,540 \text{ \AA}$. Analisis menggunakan instrumen X Ray Diffraction bertujuan untuk mengidentifikasi fase kristal dan mengetahui mineral penyusun dari sampel. Hasil pengujian XRD dapat dilihat pada gambar 2.

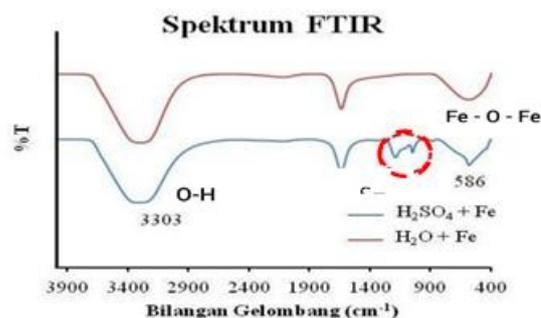
Doi:



Gambar 2. Hasil Uji XRD Besi dengan Asam Sulfat vs Hasil Uji XRD Besi dengan Air

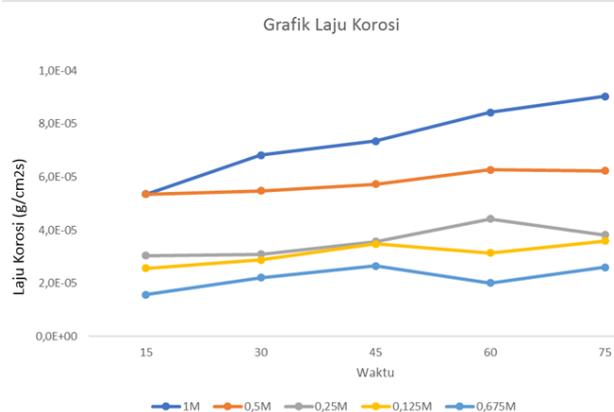
Berdasarkan difraktogram yang ditunjukkan pada gambar, terlihat bahwa pola difraksi memperlihatkan pada produk hasil reaksi antara besi dengan H_2SO_4 muncul puncak yang sedikit bergeser pada sudut $2\theta = 24,10^\circ, 32,90^\circ$ dan $49,55^\circ$. Lalu pada hasil reaksi korosi besi dengan H_2O muncul puncak sudut 2θ pada $24,36^\circ, 33,24^\circ$ dan $49,43^\circ$. Puncak tertinggi Fe_2O_3 berada pada sudut 2θ sebesar $33,10^\circ$ lalu $24,32^\circ$ dan $49,63^\circ$. Puncak-puncak difraktogram Fe_2O_3 lemah karena hasil reaksi yang diperoleh tidak dikalsinasi sehingga pembentukan kristal tidak sempurna. Pola XRD ketiga berbentuk amorf yang dapat dilihat dari puncak difraksi yang tidak terlalu tajam. Produk yang diperoleh sesuai dengan teori dimana Fe_2O_3 memiliki struktur rhombohedral [5].

Analisis FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari sampel dan jenis mode vibrasi dari sampel yang terukur pada bilangan gelombang antara $400-4000\text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil FTIR yang diperoleh menunjukkan bahwa baik sampel Fe dalam H_2SO_4 maupun Fe dalam H_2O memiliki pola spektrum FTIR yang hampir sama. Terdapat serapan lebar pada bilangan gelombang 3303 yang menunjukkan adanya vibrasi ulur dari gugus OH. Peak tersebut diduga muncul karena OH dari H_2O dan OH pada H_2SO_4 . Serapan yang terbentuk pada daerah 1190 cm^{-1} dan 1049 cm^{-1} pada Fe dalam H_2SO_4 menunjukkan adanya tarik ulur simetri dan asimetri gugus S=O dari H_2SO_4 . Kemunculan *Strong Band* dibawah 700 cm^{-1} menggambarkan *stretching mode* dari Fe-O dimana *stretching mode* Fe-O dari Fe_2O_3 terlihat pada puncak 586 cm^{-1} . Selain itu hasil FTIR mengindikasikan bahwa hasil sintesis yang terbentuk merupakan $\alpha-Fe_2O_3$.



Gambar 3. Spektrum Serapan FTIR

3.3. Laju Reaksi

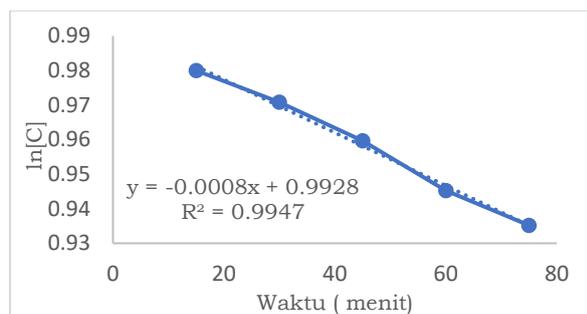


Gambar 4. Hubungan laju korosi (g/cm^2) dengan Waktu (menit)

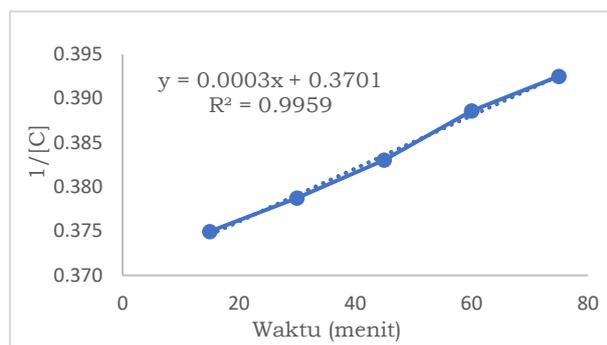
Dari Gambar diatas dapat diketahui bahwa pengaruh larutan asam sulfat terhadap kecepatan korosi besi sangat tinggi. Dari grafik tersebut terlihat bahwa terjadi peningkatan kecepatan korosi seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari larutan asam sulfat. Hal ini menunjukkan bahwa larutan asam sulfat merupakan media yang sangat korosif. Asam sulfat sebagai zat pengoksidator kuat mengakibatkan logam Fe teroksidasi menjadi Fe^{+3} yang tidak stabil yang dapat bereaksi dengan ion hidroksil yang bermuatan negatif yang diperoleh dari reaksi disosiasi air membentuk Fe_2O_3 . Semakin besar konsentrasi asam sulfat maka semakin banyak atom-atom yang terlepas dari besi sehingga kecepatan korosi semakin besar.

Selanjutnya untuk menentukan laju reaksi dipilih elektrolit $0,5\text{ M}$ karena hasil endapan yang telah dikarakteristik. Berdasarkan hasil perhitungan kinetika reaksi menunjukkan bahwa reaksi pembentukan karat besi menggunakan H_2SO_4 baik order 1 maupun 2 mempunyai nilai R^2 berturut-turut sebesar $0,9947$ dan $0,9959$ dengan konstanta laju reaksi berturut-turut sebesar $1,28 \times 10^{-3}\text{ menit}^{-1}$ dan $2,9 \times 10^{-4}\text{ M}^{-1}\text{ menit}^{-1}$. Berdasarkan gambar 5 dan 6 memberikan informasi bahwa nilai R^2 menggunakan rumus orde 1 maupun orde 2 tidak memiliki perbedaan yang signifikans.

Doi:



Gambar 5. Grafik reaksi order 1



Gambar 6. Grafik reaksi order 2

4. Kesimpulan

Endapan warna coklat Fe_2O_3 terlihat pada puncak 586 cm^{-1} . Produk hasil reaksi antara besi dengan H_2SO_4 muncul puncak yang sedikit bergeser pada sudut 2θ $24,10^\circ$, $32,90^\circ$ dan $49,55^\circ$. Lalu pada hasil reaksi korosi besi dengan H_2O

muncul puncak sudut 2θ pada $24,36^\circ$, $33,24^\circ$ dan $49,43^\circ$.

Peningkatan kecepatan korosi seiring dengan meningkatnya konsentrasi dari larutan asam sulfat. Konstanta laju order satu dan dua berturut-turut sebesar $1,28 \times 10^{-3} \text{ menit}^{-1}$ dan $2,9 \times 10^{-4} \text{ M}^{-1} \text{ menit}^{-1}$.

Daftar Pustaka

- [1] Permadi, Lingga Bayu, Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Ringan (Mild Steel) Dengan Perlakuan Bending Pada Media Pengkorosi Larutan Asam, *Jurnal Teknik Mesin*, 3, 01, (2014)
- [2] Evans, UR, in, Chapman and Hall Inc. New York, 1972
- [3] Pattireuw, Kevin Jones, Fentje Abdul Rauf, Romels Cresano Apelles Lumintang, Analisis laju korosi pada baja karbon dengan Menggunakan air laut dan H_2SO_4 , *JURNAL ONLINE POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, 2, 1, (2013)
- [4] Tumpal, OR, Perhitungan Laju Korosi Pada Material Baja A36 Akibat Proses Pengelasan Smaw (Shielded Metal Arc Welding), *MECHANICAL*, 4, 1, (2013)
- [5] Zanur, Harmen, Ardian Putra, Astuti Astuti, Sintesis Dan Karakterisasi Pigmen Hematit ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Dari Bijih Besi Di Jorong Kepalo Bukik Kabupaten Solok Selatan Menggunakan Metode Presipitasi, *Jurnal Fisika Unand*, 6, 2, (2017), 149-155