Analisis Pengaruh Variasi Inhibitor dan Konsentrasi Media Korosi terhadap Laju Korosi dan Kekuatan Impak Baja AISI 1020 pada Media Asam

Hariz Syahara[1], Afira Ainur Rosidah[2], Suheni[3], dan Dawud Ariza Ubaidulloh[4]
Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: afiraar@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Corrosion is caused by a decrease in the quality of materials that interact with the environment. Materials made of steel are often attacked by rust due to various types of corrosion. Therefore, there are several ways to deal with corrosion, one of which is by adding an inhibitor. In this study the aim was to determine the effect of paracetamol and ascorbic acid inhibitors on the corrosion rate of AISI 1020 steel with the concentration variations of sulfuric acid. Corrosion rate testing was carried out using the weight loss method, then the results were analyzed using impact Charpy testing. The results of this study showed that the highest corrosion rate occurred without the use of an inhibitor in 6% of sulfuric acid with a value of 65.60 mmpy and the lowest rate with the use of paracetamol inhibitor in 2% of sulfuric acid with a value of 17.5631 mmpy. The increase of the sulfuric acid concentration caused increasing of the corrosion rate. The highest impact test result was 0.079 J/mm^2, shown in media using paracetamol inhibitors with 2% of sulfuric acid. Moreover, the lowest impact strength was 0.073 J/mm^2 without inhibitors with 6% of sulfuric acid. The greater the concentration, the smaller the impact strength.

Kata kunci: *AISI 1020, weight loss, paracetamol, ascorbic acid, sulfuric acid, impact strength*

ABSTRAK

Korosi disebabkan oleh penurunan kualitas dari material yang berinteraksi dengan lingkungan. Bahan yang terbuat dari baja seringkali diserang terjadinya pengkaratan akibat dari korosi yang bervariasi. Oleh karena itu ada beberapa cara dalam penanganan terjadinya korosi salah satunya yaitu dengan penambahan inhibitor. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inhibitor paracetamol dan asam askorbat terhadap laju korosi pada baja AISI 1020 dengan konsentrasi asam sulfat. Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan metode *weight loss* dan pengujian *impact charpy*. Hasil penelitian ini menunjukkan laju korosi tertinggi terjadi tanpa inhibitor dalam asam sulfat 6% dengan nilai 65,60 mmpy dan laju terendah dengan inhibitor parasetamol dalam asam sulfat 2% dengan nilai 17,5631 mmpy. Peningkatan konsentrasi asam sulfat menyebabkan peningkatan laju korosi. Hasil uji impak tertinggi sebesar 0,079 J/mm^2, ditunjukkan pada media dengan inhibitor parasetamol dan konsentrasi asam sulfat 2%. Selain itu, kekuatan impak terendah adalah 0,073 J/mm^2 tanpa inhibitor dengan asam sulfat 6%. Semakin besar konsentrasi, semakin kecil kekuatan impaknya.

Kata kunci: AISI 1020, *weight loss*, paracetamol, asam askorbat, asam sulfat, kekuatan impak

PENDAHULUAN

Baja karbon rendah banyak dipakai untuk bagian dari kendaraan bermotor, perpipaan, dan bangunan [1]. Bagian dari kendaraan memiliki resiko terserang karat yang besar, hal ini diakibatkan oleh banyak faktor seperti kelembaban udara, air hujan, lumpur, benturan, hingga gesekan dengan komponen lain [2]. Korosi sendiri merupakan suatu penurunan kualitas dari suatu logam yang dapat mengurangi atau bahkan mengganggu fungsi dari logam itu [3].

Lingkungan yang paling mudah merusak suatu logam adalah lingkungan yang bersifat asam. Banyak penelitian yang menggunakan media asam kuat untuk menganalisis laju korosi dari

suatu logam, hal ini dikarenakan media asam membutuhkan waktu yang singkat dan mudah larut. Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa asam sulfat 0,5 M mampu mengkorosi baja pada hari keempat [4]. Sedangkan untuk asam lain, seperti asam klorida 3,2% juga mampu menimbulkan korosi dengan waktu yang digunakan selama satu minggu [5].

Laju korosi berjalan dengan cepat dalam media asam, ada banyak cara dapat digunakan untuk mengurangi laju korosi, salah satu metodenya yaitu dengan menggunakan inhibitor. Inhibitor adalah zat kimia yang apabila ditambahkan ke dalam elektrolit atau lingkungan dengan jumlah sedikit dapat secara efektif untuk mengurangi laju korosi. Terdapat dua jenis inhibitor berdasarkan bahan dasar pembuatannya, yaitu inhibitor anorganik dan organik. Inhibitor organik merupakan jenis yang paling mudah didapat, selain itu murah dan non-toksik [6]. Inhibitor organik mengandung senyawa organik seperti O, N, dan S. Kandungan senyawa ini juga banyak dijumpai pada obat, seperti paracetamol dan vitamin C atau asam askorbat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa paracetamol dapat menurunkan laju korosi dengan efisiensi mencapai 90% dalam media asam sulfat [1]. Hal yang sama juga terjadi pada penggunaan inhibitor asam askorbat, dengan efisiensi inhibitor 87% dalam media asam klorida [7].

Penelitian ini menggunakan baja AISI 1020 dengan perendaman dalam media asam sulfat menggunakan variasi konsentrasi 2%, 4%, dan 6%. Perendaman dilakukan dengan mengaplikasikan inhibitor paracetamol dan asam askorbat. Kemudian dilakukan perhitungan laju korosi, efisiensi inhibitor, dan kekuatan impak baja setelah direndam.

TINJAUAN PUSTAKA

Korosi pada Baja AISI 1020

Baja AISI 1020 merupakan baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3% yang banyak digunakan dalam aplikasi pembuatan lambung kapal, roda gigi, dan batang piston pada mesin, serta aplikasi otomotif lainnya [8]. Baja jenis ini memiliki persentase unsur besi yang lebih banyak daripada baja karbon menengah dan tinggi. Hal ini menyebabkan baja karbon rendah lebih rentan terhadap serangan korosi dan lebih mudah diamati gejala korosinya dalam waktu yang singkat.

Setyawan dkk mengamati pengaruh *spray coating* yang diaplikasikan pada baja AISI 1020 terhadap penurunan laju korosinya. Pengamatan laju korosi yang terjadi hanya memerlukan waktu 7 hari (168 jam) dalam media NaCl 3,5% dengan hasil perbedaan visual yang siginifikan dengan terlihatnya korosi seragam dan munculnya *hydrogen blistering* [9]. Penelitian serupa mengenai baja AISI 1020 yang dilindungi menunjukkan penurunan laju korosi dan peningkatan kekerasan baja dengan lama pengorosian 168 jam dalam media asam sulfat 10% [10].

Pengaruh Inhibitor Terhadap Laju Korosi

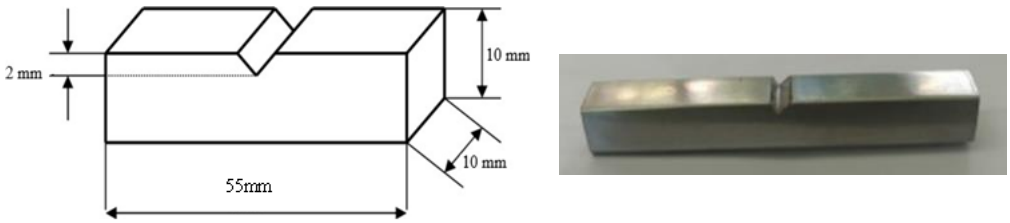
Inhibitor merupakan suatu senyawa yang ditambahkan pada lingkungan atau media elektrolit, sehingga mampu menghalangi reaksi langsung antara lingkungan dengan logam [3]. Penilitian terdahulu menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi inhibitor yang ditambahkan ke dalam media korosi secara signifikan menurunkan laju korosi karena jumlah inhibitor mencukupi untuk membentuk selimut yang melindungi permukaan logam [11]. Sedangkan, jenis inhibitor yang digunakan juga berpengaruh terhadap efisiensi inhibitor dalam menurunkan laju korosi. Seperti pada penelitian sebelumnya [12], penggunaan inhibitor dengan kandungan asam lemah, gugus hidroksil, dan karboksil terbukti mampu meningkatkan efisiensi inhibitor dan menurukan laju korosi. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa tersebut tidak stabil sehingga bersifat radikal atau reaktif.

Pengaruh Media Korosi Terhadap Laju Korosi

Semakin besar konsentrasi media elektrolit atau media korosi menyebabkan laju korosi semakin meningkat [13]. Hal ini disebabkan oleh banyaknya ion-ion hidrogen yang cukup untuk bereaksi dengan logam. Selain itu, jenis media elektrolit yang digunakan juga berpengaruh terhadap laju korosi dan efisiensinya. Semakin kecil tingkat keasaman (pH) suatu media, semakin besar laju korosi yang ditimbulkan [11].

METODE

Baja AISI 1020 yang akan diuji korosinya dibentuk dengan ukuran sampel uji impak sesuai standar ASTM E-23 dan disiapkan sebanyak 18 buah. Dimensi spesimen ditunjukkan pada Gambar 1. Larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang digunakan adalah kemurnian 98% dari SAP *Chemical*, diencerkan menjadi konsentrasi 2%, 4%, dan 6% masing-masing dalam 1000 mL aquades. Inhibitor yang digunakan adalah paracetamol "sanmol" tablet dan asam askorbat bubuk dengan konsentrasi 250 ppm.



Gambar 1. Dimensi spesimen pengujian

Spesimen direndam dalam aquarium dan proses penimbangan sampel sebelum maupun setelah direndam menggunakan timbangan digital dengan ketelitian ±0,001 gram. Proses perendaman dilakukan selama 7 hari pada temperatur ruangan. Perhitungan laju korosi dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$Laju\ Korosi\ (mmpy) = \frac{8{,}76\times10^4\times W}{A\times T\times D} \quad (1)$$

dimana, W = kehilangan berat (gram); A = luas permukaan spesimen (cm^2); T = waktu perendaman (jam); dan D = densitas/massa jenis logam (g/cm^3).

Sedangkan efisiensi inhibitor dihitung dengan rumus:

$$Efisiensi\ Inhibitor\ (\%) = \frac{CR_{tanpa\ inhibitor} - CR_{dengan\ inhibitor}}{CR_{tanpa\ inhibitor}} \quad (2)$$

dimana,
$CR_{tanpa\ inhibitor}$ = Laju korosi tanpa inhibitor
$CR_{inhibitor}$ = Laju korosi dengan inhibitor

Pengujian impak dilakukan dengan metode *charpy*, lalu akan didapatkan sudut akhir setelah pembebanan. Kemudian kekuatan impak dihitung dengan rumus:

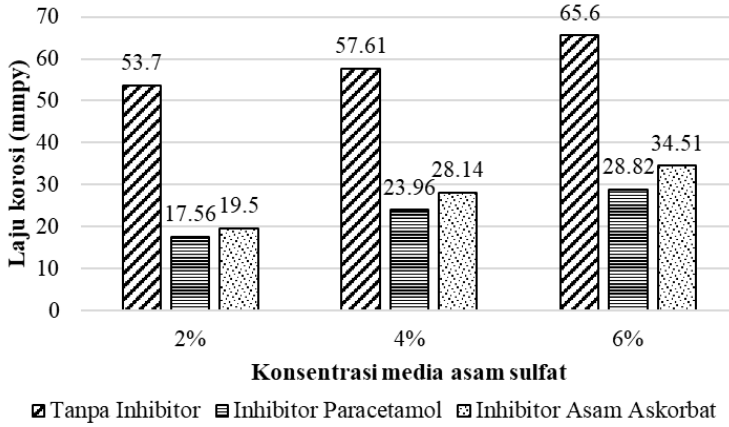
$$Kekuatan\ Impak\ (J/mm^2) = \frac{W\times L(\cos\beta - \cos\alpha)}{A} \quad (3)$$

dimana, W = berat bandul (kgf); L = panjang lengan bandul (m); α = sudut awal (^{o}); dan β = sudut akhir (^{o}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor

Dalam penelitian ini, setiap variasi dilakukan dengan menggunakan 2 sampel untuk diambil nilai rata-rata laju korosinya. Gambar 2 menunjukkan hasil laju korosi yang didapatkan terhadap variasi inhibitor dan konsentrasi media asam sulfat.



Gambar 2. Laju korosi terhadap variasi inihibitor dan konsentrasi asam sulfat

Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi asam sulfat semakin besar maka laju korosi baja AISI 1020 semakin tinggi. Laju korosi tertinggi ditunjukkan pada konsentrasi asam sulfat 6% tanpa inhibitor sebesar 65,6 mmpy. Kemudian laju korosi yang paling rendah ditunjukan pada variasi konsentrasi asam sulfat 2% dengan inhibitor paracetamol, yaitu sebesar 17,56 mmpy.

Semakin tinggi konsentrasi asam sulfat, maka laju korosi semakin meningkat. Hal ini diakibatkan semakin banyaknya ion H^+ pada asam yang dapat mengoksidasi logam [14]. Inhibitor paracetamol dan asam askorbat terbukti mampu menurunkan laju korosi pada baja AISI 1020. Hal ini dikarenakan paracetamol mengandung ikatan *aromatic benzene* atau *phenyl* $C_8H_9NO_2$ dengan hidroksil (OH^-) yang bersifat antioksidan [15]. Sedangkan asam askorbat juga memiliki kandungan antioksidan yang terdapat pada gugusan asam lemah pada ikatannya [16]. Paracetamol menunjukkan penurunan laju korosi lebih rendah dibandingkan asam askorbat, hal ini kemungkinan diakibatkan oleh struktur kimia paracetamol yang lebih kompleks dengan adanya ikatan cincin *benzene* yang mengandung lebih banyak ikatan karbon tunggal (C – C) maupun ganda (C=C). Sehingga paracetamol lebih reaktif dibandingkan asam askorbat [17], [18].

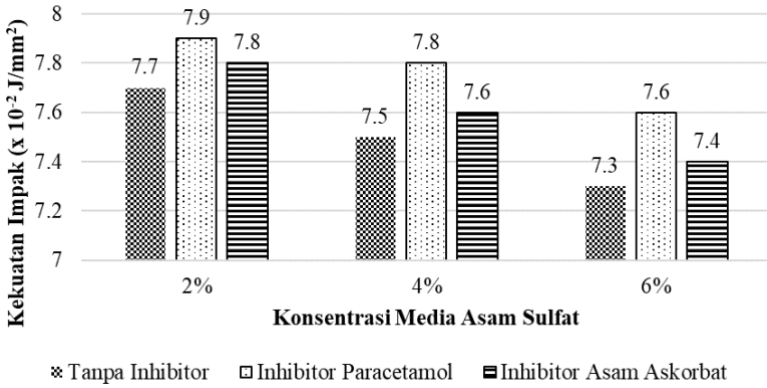
Hal serupa juga ditunjukkan dari hasil efisiensi inhibitor, paracetamol menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan inihibitor asam askorbat. Nilai efisiensi tertingginya adalah 67% pada konsentrasi asam sulfat 2%. Hasil efisiensi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi inhibitor

Variasi Inhibitor	Konsentrasi (%)	Efisiensi Inhibitor (%)
Paracetamol	2	67
	4	58
	6	56
Asam askorbat	2	63
	4	51
	6	47

Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan setelah spesimen direndam pada media asam sulfat sesuai dengan variasi konsetrasi dan jenis inhibitor yang diberikan. Hasil pengujian impak dilakukan dengan metode *charpy*, data yang diperoleh disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kekuatan impak terhadap variasi inihibitor dan konsentrasi asam sulfat

Kekuatan impak tertinggi didapatkan pada spesimen dengan inhibitor paracetamol dengan konsentrasi media asam sulfat 2%, yaitu 7,9 x 10^{-2} J/mm^2. Sedangkan kekuatan impak paling rendah sebesar 7,3 x 10^{-2} J/mm^2 pada spesimen tanpa inhibitor dengan konsentrasi 6%. Semakin besar konsentrasi media, maka hasil kekuatan impak semakin kecil. Semakin besar konsentrasi media korosi, maka hasil laju korosi semakin besar. Hal ini menunjukan bahwa laju korosi yang semakin tinggi akan semakin merusak logam, sehingga kekuatan impak semakin kecil. Begitu pula sebaliknya, ketika laju korosi semakin rendah maka tingkat kerusakan logam rendah. Sehingga kekuatan impak lebih tinggi.

Sedangkan media tanpa inhibitor dengan konsentrasi semakin tinggi menunjukan hasil kekuatan *impact* yang rendah. Hal ini sesuai dengan laju korosi yang semakin turun. Penambahan inhibitor paracetamol dan asam askorbat menunjukan adanya peningkatan kekutan *impact,* hal ini berhubungan dengan penurunan laju korosi. Pada setiap variasi konsentrasi media korosi, paracetamol menunjukan peningkatan kekuatan *impact* yang baik dibandingkan asam askorbat. Hal ini disebabkan penurunan laju korosi oleh inhibitor paracetamol mengurangi tingkat kerusakan pada logam.

KESIMPULAN

Semakin tinggi konsentrasi media asam sulfat mengakibatkan laju korosi semakin meningkat. Penggunaan inhibitor paracetamol mampu menurunkan laju korosi yang lebih rendah dibandingkan inhibitor asam askorbat dengan nilai laju korosi 17,6 mmpy pada variasi media asam sulfat 2%, serta efisiensi inhibitor 67%. Sedangkan nilai laju korosi berbanding terbalik dengan kekuatan impak, semakin rendah laju korosi maka nilai kekuatan impak semakin tinggi. Semakin tinggi konsentrasi media asam sulfat, kekuatan impak semakin rendah. Inhibitor paracetamol mampu menghasilkan nilai kekuatan impak yang lebih tinggi dibandingkan asam askorbat. Nilai kekuatan impak paling tinggi adalah 7,9 x 10^{-2} J/mm^2 dengan inhibitor paracetamol dan konsentrasi media asam sulfat 2%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. S. Al-Gorair and M. Abdallah, "Expired paracetamol as corrosion inhibitor for low carbon steel in sulfuric acid. Electrochemical, kinetics and thermodynamics investigation," *Int J Electrochem Sci*, vol. 16, no. 7, pp. 1–16, 2021.

[2] E. S. Arbintarso, "PERILAKU KOROSI PADA SAMBUNGAN PLAT PEMBENTUK BODI MOBIL," *J. Teknol. TECHNOSCIENTIA*, pp. 61–69, Aug. 2009, doi: 10.34151/technoscientia.v2i1.413.

[3] M. F. Sidiq, "ANALISA KOROSI DAN PENGENDALIANNYA," *J. FOUNDRY*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, 2013.

[4] A. A. Rosidah, V. A. Setyowati, S. Suheni, and R. Rijayanto, "The effect of time variation on the steels corrosion rate in 0.5 M H2SO4 solution," *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2021, doi: 10.31284/j.jmesi.2021.v1i2.2183.

[5] M. Tampubolon, R. G. Gultom, L. Siagian, P. Lumbangaol, and C. Manurung, "Laju Korosi Pada Baja Karbon Sedang Akibat Proses Pencelupan Pada Larutan Asam Sulfat (H2SO4) dan Asam Klorida (HCl) dengan Waktu Bervariasi," *SPROCKET J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Nov. 2020, doi: 10.36655/sproket.v2i1.294.

[6] A. P. Yanuar, H. Pratikno, and H. S. Titah, "Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan," *J. Tek. ITS SINTA 4 11815*, vol. 5, no. 2, Feb. 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18938.

[7] A. Anejjar, O. I. El Mouden, A. Batah, A. Bouskri, and A. Rjoub, "Corrosion inhibition potential of ascorbic acid on carbon steel in acid media," *Appl. J. Environ. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 3–1, 2017.

[8] I. N. Gusniar and A. S. Putra, "Perhitungan Beban Statik pada Rangka Mesin Pengering Padi Menggunakan Baja AISI 1020," *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2021, doi: 10.30630/jtm.14.2.556.

[9] I. R. Setyawan and A. A. Rosidah, "Analisis pengaruh variasi jumlah pelapisan dan jarak pelapisan spray coating pada baja AISI 1020 terhadap kekasaran dan laju korosi dengan media air garam," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, Art. no. 2, Oct. 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.463.

[10] A. A. Priyahutama and A. A. Rosidah, "ANALISIS LAJU KOROSI DAN KEKERASAN BAJA AISI 1020 DALAM MEDIA ASAM SULFAT DENGAN VARIASI SUDUT BENDING DAN MATERIAL PELAPISAN," *J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2023, doi: 10.33558/jitm.v11i2.7126.

[11] A. A. Rosidah, K. R. S. Roni, and M. Yunus, "Dried Clove Leaf as Corrosion Inhibitor for Medium Carbon Steel in Acidic Media," *J. Mech. Eng. Sci. Innov.*, vol. 3, no. 2, pp. 78–85, Nov. 2023, doi: 10.31284/j.jmesi.2023.v3i2.5160.

[12] A. A. Rosidah, V. A. Setyowati, and N. Amin, "Pengaruh Variasi Molaritas dan Jenis Inhibitor terhadap Ketahanan Korosi dan Morfologi Baja Tulangan Beton," *Pros. SENASTITAN Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan*, vol. 2, no. 0, Art. no. 0, Mar. 2022.

[13] L. B. Permadi, "ANALISA LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON RINGAN (MILD STEEL) DENGAN PERLAKUAN BENDING PADA MEDIA PENGKOROSI LARUTAN ASAM," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 01, Jun. 2014, Accessed: Aug. 19, 2024. [Online]. Available: https://ejournal.unesa.ac.id

[14] A. Zaeni, "Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat terhadap Laju Korosi Material Austenitic Stainless Steel," Sarjana, Universitas Brawijaya, 2013. Accessed: Jun. 06, 2023. [Online]. Available: http://repository.ub.ac.id/id/eprint/142058/
[15] A. Ard Maidhah, "PENGARUH INHIBITOR PARACETAMOL TERHADAP LAJU KOROSI MATERIAL SISTEM BAHAN BAKAR DI LINGKUNGAN BENSIN PERTALITE," 2018.
[16] D. C. Kurniawan, "ANALISA PENGARUH VARIASI KONSENTRASI INHIBITOR ASAM ASKORBAT DAN WAKTU PERENDAMAN TERHADAP LAJU KOROSI DAN KEKUATAN IMPACT BAJA AISI 1037".
[17] Y. Achille *et al*., "Quality Control of Paracetamol Generic Tablets Marketed in Benin and Search of Its Two Impurities P-Aminophenol and P-Nitrophenol by HPLC-UV/Visible," *Am. J. Anal. Chem.*, vol. 13, pp. 449–460, Jan. 2022, doi: 10.4236/ajac.2022.1311030.
[18] A. Gęgotek and E. Skrzydlewska, "Antioxidative and Anti-Inflammatory Activity of Ascorbic Acid," *Antioxidants*, vol. 11, p. 1993, Oct. 2022, doi: 10.3390/antiox11101993.