



## Pemanfaatan Ekstrak Abu Sekam Padi Sebagai *Green Inhibitor* Pada Baja Karbon Dalam Media NaCl

Devi Eka Septiyani A<sup>1</sup>, Destri Muliastri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Bandung, Kota Bandung

<sup>2</sup>Politeknik Negeri Bandung, Kota Bandung

devi.eka@polban.ac.id

Received : 8 April 2022 ; Received in revised form : 26 Mei 2022 ; Accepted : 6 Juni 2022

### Abstract

Rice husk ash is a high resources of silica about 20%. Husk ash contains silica as much as 87% - 97%. One of the uses of silica is to control the occurrence of corrosion by adding a green inhibitor from rice husk ash extract. Furthermore, green inhibitors were tested for their content by FTIR. In the next step, a green inhibitor was added to 3.5% NaCl corrosive media with variations of green inhibitor 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% and the length of immersion of ST41 steel plate for 7 days for weight loss testing. The next process is the corrosion rate test, weight loss test and morphology test to see the depth of corrosion that occurs on the plate. The results of the FTIR test showed the presence of silica contained in the green inhibitor of rice husk ash extract. The addition of this green inhibitor causes a decrease in the corrosion rate of ST 41 Steel in a 3.5% NaCl solution. In the Potentiodynamic Polarization (PDP) test, the corrosion rate value with the addition of 5% green inhibitor's decreased from 0,01482 mpy to 0.00319 mpy with an inhibition efficiency value of 78,446%. Changes in the corrosion rate on the morphology of steel that had been soaked for 7 days were characterized by optical microscopy, it was seen that corrosion growth decreased with increasing concentration of green inhibitor.

**Keywords:** green inhibitor, rice husk ash, corrosion rate.

### Abstrak

Abu sekam padi adalah sumber silika yang cukup tinggi berkisar 20%. Abu sekam mengandung silika sebanyak 87%-97%. Salah satu pemanfaatan silika adalah sebagai pengendalian terjadinya korosi dilakukan dengan penambahan *green inhibitor* dari ekstrak abu sekam padi. Selanjutnya, *green inhibitor* diuji kandungannya dengan FTIR. Tahap berikutnya *green inhibitor* ditambahkan kedalam media korosif NaCl 3,5% dengan variasi *green inhibitor* 0%, 1%, 3%, 5% dan 7% dan lama perendaman plat baja ST41 selama 7 hari untuk pengujian weight loss. Proses selanjutnya dilakukan pengujian laju korosi, uji kehilangan berat dan uji morfologi untuk melihat kedalaman korosi yang terjadi pada plat. Hasil pengujian FTIR menunjukkan adanya silika yang terapat pada *green inhibitor* ekstrak abu sekam padi. Penambahan *green inhibitor* ini menyebabkan penurunan laju korosi pada Baja ST 41 dalam larutan NaCl 3,5%. Pada pengujian *Potensiodynamic Polarization* (PDP) didapatkan nilai laju korosi pada penambahan *green inhibitor* 5% laju korosi turun dari 0,01482 mpy menjadi 0,00319 mpy dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 78,446%. Perubahan laju korosi pada morfologi baja yang telah direndam selama 7 hari dikarakterisasi dengan mikroskop optik terlihat pertumbuhan korosi semakin berkurang dengan peningkatan konsentrasi *green inhibitor*.

**Kata kunci:** *green inhibitor*, ekstrak abu sekam padi, laju korosi.

### 1. PENDAHULUAN

Baja paling banyak digunakan sebagai bahan industri yang merupakan sumber sangat besar, baik digunakan sebagai komponen utama maupun komponen pendukung, dimana sebagian ditentukan oleh nilai ekonomisnya. Baja memiliki sifat yang sangat bervariasi mulai dari yang paling lunak dan mudah dibentuk sampai yang paling keras dan sebagian besar mudah mengalami korosi sehingga menyebabkan penurunan daya guna baja [1][2].

Fenomena terjadinya korosi sering kali menjadi masalah besar dalam bidang material dan industri [3]. Bencana dan kerugian ditimbulkan akibat fenomena korosi. Fenomena terjadinya korosi dapat mengurangi kemampuan suatu konstruksi bangunan dalam menahan beban yang diberikan, akibatnya dapat menimbulkan kerugian-kerugian seperti robohnya suatu konstruksi, terjadinya kebocoran pipa, hingga ledakan akibat kegagalan peralatan industri [4]. Hal ini dapat terjadi apabila tidak diantisipasi sejak dini. Kerugian yang terjadi tidak hanya sebatas kerugian moril dan materil, namun juga keselamatan pekerjaanya [5].

Pencegahan korosi dapat dilakukan yaitu salah satunya dengan menggunakan inhibitor korosi. Inhibitor korosi alami (green inhibitor) banyak dikembangkan saat ini karena ekonomis dan ramah lingkungan [6]. Inhibitor korosi dapat mencegah atau meminimalisir terjadinya korosi ketika ditambahkan dalam konsentrasi kecil ke suatu media korosi dengan membentuk suatu lapisan monomolekul pada suatu permukaan sehingga dapat menghalangi kontak langsung antara logam dengan media korosif [7].

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Destri dkk dengan menggunakan ekstrak kulit mangga dengan metode maserasi pada baja AISI 1070. Laju korosi optimum diperoleh pada konsentrasi 8 mL dengan nilai 31,784 mm/year dengan efisiensi inhibisi 92% [8]. Subir Paul dkk melakukan penelitian sejenis pada lingkungan asam yaitu 0.5-3 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan menggunakan ekstrak biji papaya muda yang di ekstrak dengan metode destilasi air ganda. Peningkatan konsentrasi (200 – 1500 ppm) dapat mengurangi laju korosi pada baja karbon di semua variasi lingkungan asam [9]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Ahmad dengan menggunakan inhibitor sekam padi beras hitam pada baja mild steel dengan media 1M HCL. Efisiensi optimum mencapai 91% dengan penambahan 2000 ppm ekstrak inhibitor pada hari keenam [10].

Salah satu pemanfaatan sekam padi dapat digunakan sebagai inhibitor alami. Hingga saat ini pemanfaatan sekam padi masih relatif rendah hanya sebatas sebagai bahan bakar, abu gosok, dan media tanam. Tingginya kadar silika dalam abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor alami yang dapat menghambat laju korosi pada baja [11].

Dalam penelitian ini, inhibitor alami diekstrak dari sekam padi dengan metode maserasi. Inhibitor tersebut ditambahkan dalam media NaCl 3.5% untuk melihat laju korosi yang terjadi pada baja ST 41. Baja ST 41 merupakan baja dengan kandungan karbon rendah dengan komposisi karbon sebesar 0,08% - 0,20%. Baja ST 41 merupakan baja struktur, mempunyai kekuatan tinggi, nilai kekerasan cukup dan stabilitas dimensi yang baik [12].

## 2. METODE PENELITIAN

Prosedur pertama dari penelitian ini adalah pembuatan ekstraksi silika dari Abu Sekam padi. Abu Sekam Padi yang telah bersih ditimbang sebanyak 500 gram direndam dalam Natrium Hidroksida (NaOH) 5% selama 7 hari, dan dihari ketiga NaOH 5% diganti dengan larutan NaOH yang baru dengan tujuan menghilangkan pengotor dan direndam kembali sampai hari ketujuh. Setelah hari ketujuh, larutan disaring dan dipanaskan dengan menggunakan hot plate hingga didapatkan ekstrak silika pekat. Proses kedua yaitu, ekstrak silika diuji FTIR. Tahap Ketiga yaitu persiapan plat baja ST 41 yang akan diuji untuk melihat laju korosi yang terjadi dalam media korosi air laut buatan, NaCl 3.5% dengan variasi green inhibitor sebanyak 0% (tanpa penambahan green inhibitor), 1%, 3%, 5% dan 7%.

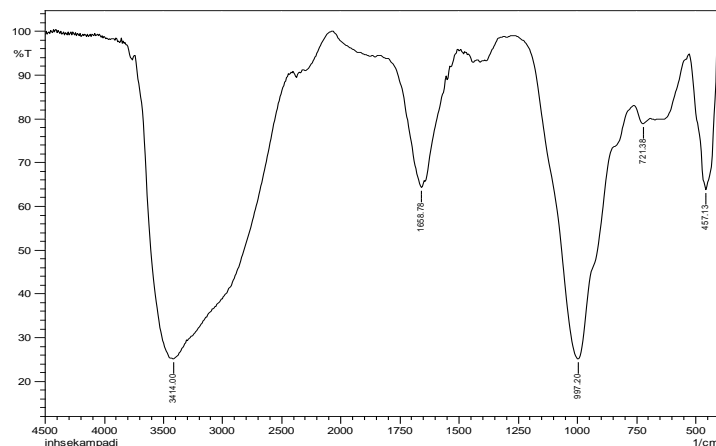
Pencegahan laju korosi pada baja karbon ST 41 dengan penambahan green inhibitor ini dilakukan pada permukaan baja karbon dengan direndam pada larutan NaCl 3.5% berdasarkan pengujian potensiodynamic dan uji weight loss untuk mengetahui laju korosi serta melihat kedalaman korosi yang terjadi dengan karakterisasi morfologi. Pengujian pertama yaitu uji korosi potensiodynamic dengan merendam plat baja ST 41 kedalam media korosif (NaCl 3.5%) dengan penambahan variasi green inhibitor. Pengujian kedua adalah uji weight loss dengan merendam plat baja dalam NaCl 3.5% selama 7 hari dengan menambahkan inhibitor dan tanpa inhibitor seperti pengujian sebelumnya dan pengujian terakhir adalah melihat mikrostruktur pada permukaan baja ST 41 setelah dilakukan proses perendaman selama 7 hari. Setelah proses perendaman, masing-masing variasi inhibitor akan diukur kedalaman korosi yang terjadi dengan menggunakan mikroskop optik.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini diberikan hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengujian FTIR, Uji Korosi, Uji Weight Loss dan Morfologi.

#### 3.1. Hasil Analisis FTIR

Hasil analisis spektrum FTIR silika abu sekam padi pada gambar 13 terdapat 5 gugus fungsi yang tajam. Serapan pada daerah 3414  $\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas kuat dan bentuk pita lebar yang menunjukkan adanya gugus fungsi silika dan gugus silanol (OH) yang terjadi akibat interaksi air dengan silika dan menghasilkan ikatan Si-OH atau silanol. Pita serapan tajam pada panjang gelombang 1658,78  $\text{cm}^{-1}$  mempunyai ikatan C-O dari hemiselulosa yang terlarut. Puncak ketiga adalah panjang gelombang 997,20  $\text{cm}^{-1}$  mempunyai pita serapan yang tajam dan intensitas tinggi menunjukkan adanya ikatan Si-O. Puncak lainnya yaitu 721,38  $\text{cm}^{-1}$  dan 457,13  $\text{cm}^{-1}$  muncul akibat adanya deformasi Si-O[13].



Gambar 1. Grafik FTIR Ekstrak Abu Sekam Padi

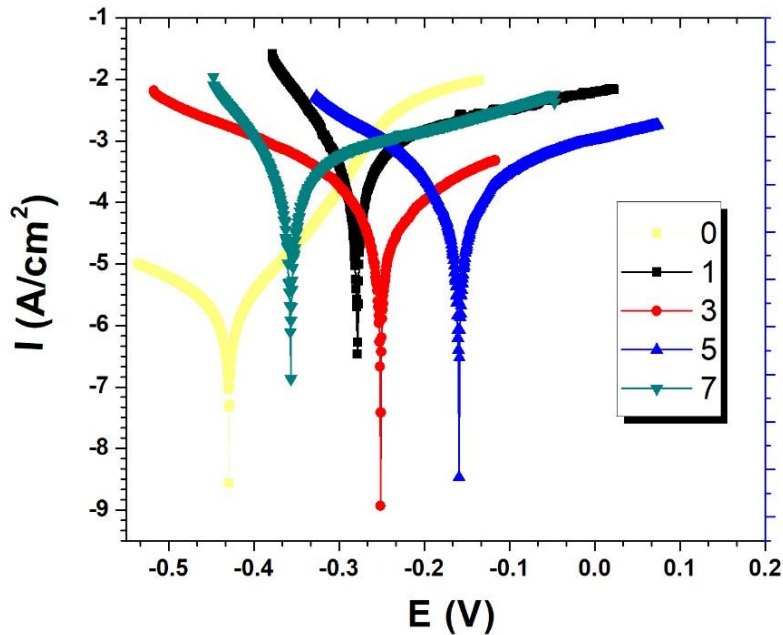
#### 3.2. Hasil Pengujian Korosi

Pada sub bab ini diberikan hasil dari laju korosi pada baja ST41 dalam media korosif NaCl 3,5% dengan pengujian potensiodynamic (PDP). Pengujian PDP menggunakan tafel fit dengan cara menarik garis linier di kedua sisi kurva bagian dalam sehingga dihasilkan nilai  $E_{corr}$ ,  $I_{corr}$ , nilai  $b_a$  (*slope of anodic tafel reaction*) dan  $b_c$  (*slope of cathodic tafel reaction*) dan nilai laju korosinya (*corrosion rate/CR*). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari tafel fit hasil pengujian PDP dirangkum sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi

Konsentrasi (%)	$b_a$ (mV/dec)	$b_c$ (mV/dec)	$E_{corr}$ (V)	$I_{corr}$ (A)	CR (mpy)	%IE
0	59,577	104,43	-0,42887	$1,218 \times 10^{-6}$	0,01482	-
1	588,24	128,28	-0,27836	$3,178 \times 10^{-7}$	0,00387	73,913
3	1064,2	498,16	-0,25126	$2,549 \times 10^{-7}$	0,00310	79,074
5	1004,7	310,61	-0,15927	$2,626 \times 10^{-7}$	0,00319	78,446
7	673,31	123,71	-0,35678	$2,251 \times 10^{-7}$	0,00274	81,521

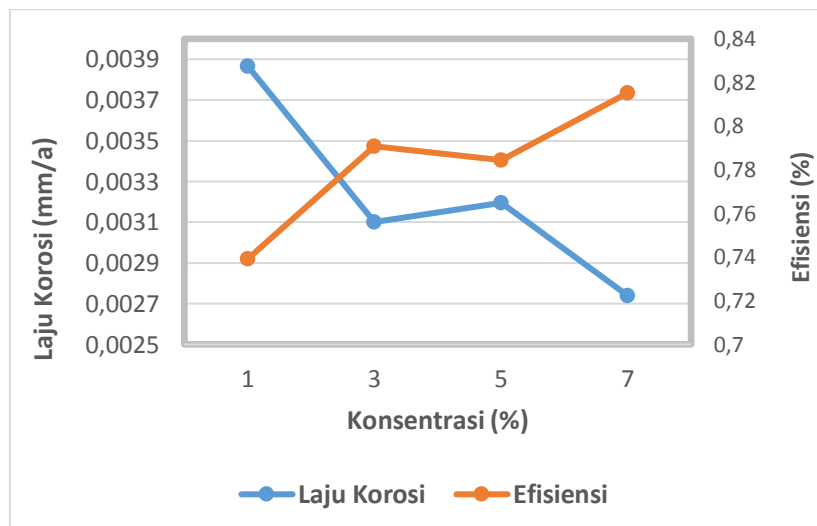
Laju korosi tertinggi terdapat pada sampel tanpa penambahan *green inhibitor* yaitu sebesar 0,01482 mpy. Pada tabel terlihat bahwa dengan penambahan *green inhibitor* laju korosi menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *green inhibitor* ekstrak silika abu sekam padi cukup efektif dalam menghambat laju korosi.



Gambar 2. Hasil Pengujian PDP

Gambar 2 menunjukkan hasil dari pengujian polarisasi potensiodinamik, grafik yang terbentuk membentuk seperti huruf Y dengan titik tertinggi pada penambahan 1% dan 7% *green inhibitor*. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 1% dan 7% laju korosinya tinggi. Kinerja penambahan *green inhibitor* pada konsentrasi 7% tidak mampu lagi untuk menghambat terjadinya korosi karena larutan sudah melewati batas jenuh, sehingga kinerjanya menjadi kurang efektif.

Berdasarkan Gambar 3 berikut, bahwa konsentrasi optimum dalam penambahan *green inhibitor* ekstrak silika adalah 5%. Hal ini juga terlihat pada pengujian kehilangan berat dan hasil morfologi pada setiap variasi konsentrasi.

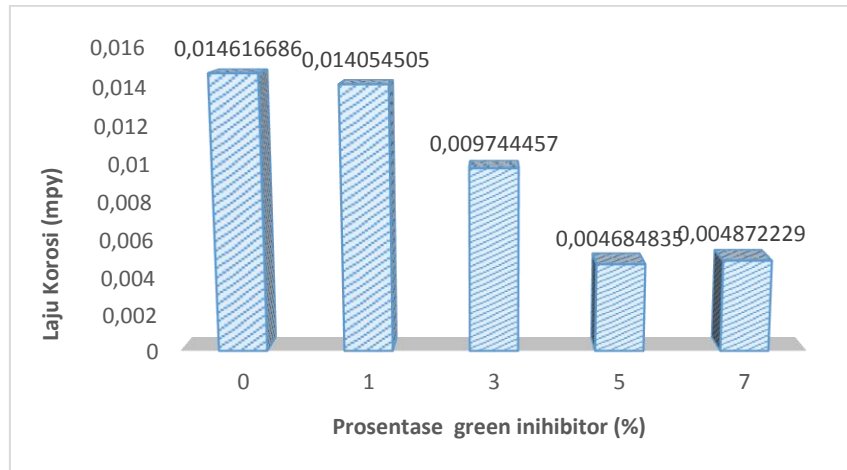


Gambar 3. Grafik Perbandingan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi

Mekanisme kerja *green inhibitor* yaitu dengan pembentukan lapisan molekul tunggal yang diserap pada permukaan logam sehingga dapat membentuk lapisan baru pada permukaan logam sehingga dapat menghambat laju korosi. Pada Gambar 3 menunjukkan efisiensi inhibisi terhadap variasi konsentrasi *green inhibitor* meningkat dan laju korosi turun, hal ini disebabkan karena kandungan silika yang terdapat pada abu sekam padi, membentuk lapisan sehingga meningkatkan efisiensi inhibisi.

### 3.3. Hasil Pengujian Kehilangan Berat (Weight Loss)

Pengujian weight loss merupakan pengujian kehilangan berat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada Baja ST 41 dengan dan tanpa *green inhibitor*. Pengujian ini dilakukan dengan menimbang berat awal sampel Baja ST 41 terlebih dahulu kemudian dilakukan perendaman (immersion) kedalam larutan NaCl 3,5% dengan penambahan variasi konsentrasi inhibitor 0%, 1%, 3%, 5% dan 7% yang direndam selama 7 hari. Hasil dari pengujian weight loss dapat dilihat pada Gambar 4.

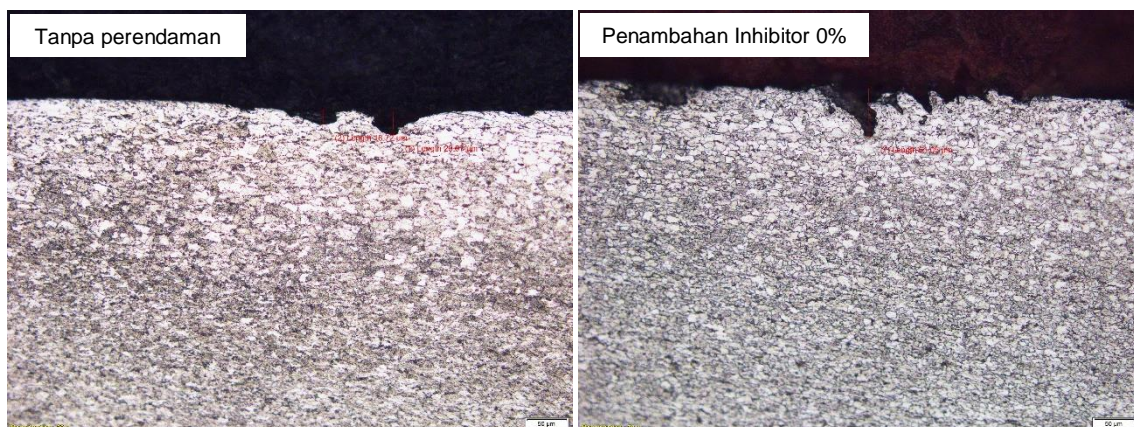


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Prosentase Green Inhibitor Dengan Laju Korosi

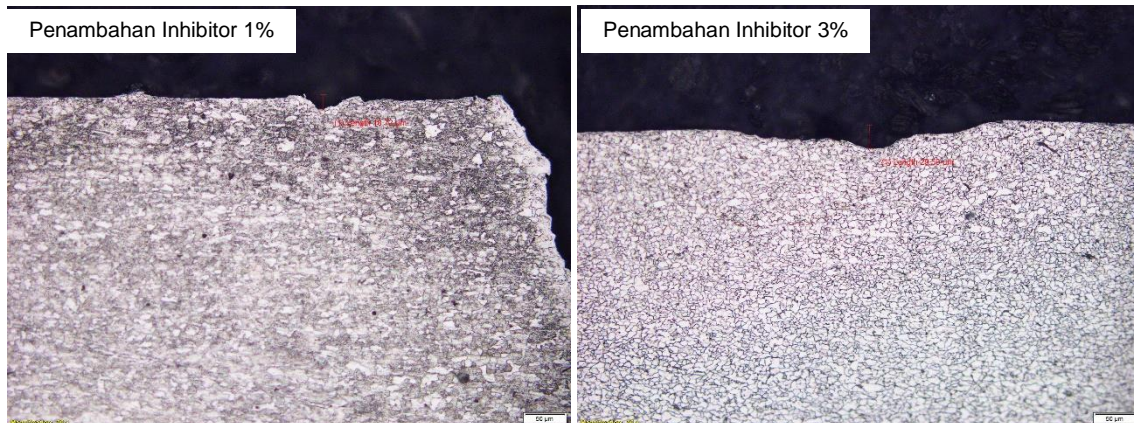
Berdasarkan grafik pada gambar 4, menunjukkan laju korosi menjadi turun ketika baja ST41 ditambahkan *green inhibitor*. Hal ini disebabkan karena penambahan inhibitor dapat melindungi logam dengan membentuk lapisan hidrofobik pada permukaan logam. Gugus nitrogen pada senyawa inhibitor memiliki pasangan electron bebas yang menyebabkan inhibitor cenderung bermuatan negative sehingga inhibitor akan membentuk lapisan pada permukaan logam.

### 3.4. Hasil Karakterisasi Morfologi

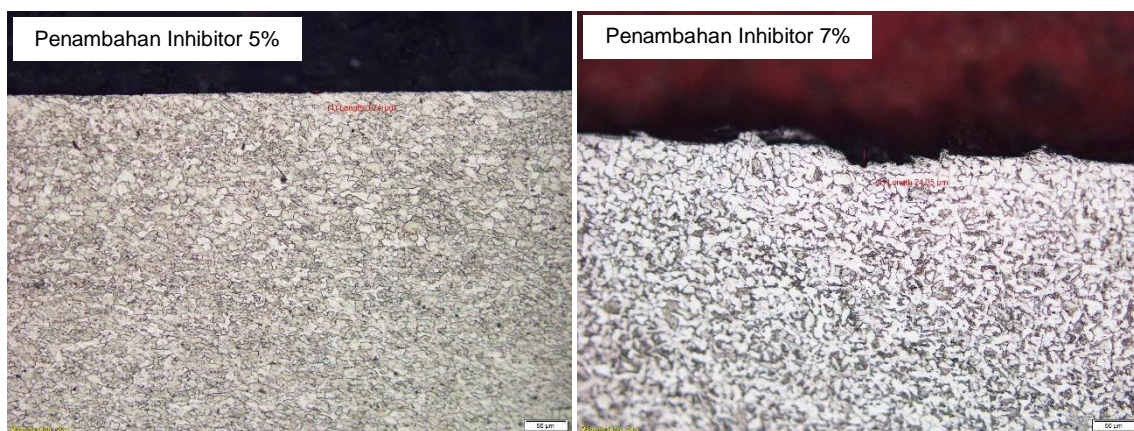
Pengujian mikrostruktur dilakukan setelah sampel baja ST41 direndam selama 7 hari. Hal ini dilakukan untuk melihat kedalaman korosi pada sampel baja ST41 setelah direndam dalam media korosif NaCl 3,5%.



Gambar 5. Hasil Mikrostruktur Baja ST 41 Tanpa Perendaman dan Setelah Direndam Dalam Medium Korosif Tanpa Penambahan Inhibitor (perbesaran 20x)



Gambar 6. Baja ST 41 Setelah Direndam Dalam Medium Korosif Dengan Penambahan Inhibitor 1% dan 3% (perbesaran 20x)



Gambar 7. Baja ST 41 Setelah Direndam Dalam Medium Korosif Dengan Penambahan Inhibitor 5% dan 7% (perbesaran 20x)

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kedalam Korosi Pada Mikrostruktur Dengan Perbesaran 20x – 100x

Perbesaran	Kedalaman Korosi ( $\mu\text{m}$ )					
	Tanpa perendaman	0%	1%	3%	5%	7%
20x	29,97	61,05	18,72	29,59	3,74	24,35
50x	29,77	61,77	18,21	18,61	3,70	21,18
100x	14,91	29,15	9,71	8,56	1,70	12,47

Hasil mikrostruktur terlihat korosi yg terbentuk pada sampel baja ST41 tanpa perendaman, sudah mempunyai korosi yang cukup banyak dan dalam. Sampel baja ST41 yang telah direndam dalam air laut buatan NaCl 3,5% tanpa penambahan inhibitor korosi yang terbentuk bertambah banyak dan terlihat korosi menembus batas butir pada mikrostruktur baja ST41. Dengan penambahan inhibitor yang semakin banyak yaitu pada prosentase 1%, 3% dan 5% terlihat korosi yang terbentuk semakin berkurang dan sedikit serta kedalaman korosi juga menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *green inhibitor* efektif dalam pencegahan korosi pada baja karbon ST41. Namun dengan penambahan konsentrasi 7%, korosi mulai muncul kembali. Pada gambar terlihat, perendaman 7%, korosi yang terbentuk cukup dalam dan lebar hingga menembus batas butir. Hal ini terjadi karena penambahan inhibitor yang terlalu banyak menyebabkan larutan menjadi jenuh sehingga lapisan yang terbentuk sangat mudah lepas dari permukaan specimen.

#### 4. SIMPULAN

Penambahan variasi konsentrasi *green inhibitor* ekstrak abu sekam padi dapat menurunkan laju korosi dan meningkatkan efisiensi inhibisi pada Baja ST 41. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *green inhibitor* cukup efektif dalam menghambat laju korosi pada baja ST 41.

Mekanisme inhibisi *green inhibitor* pada baja ST41 dalam media NaCl 3.5% cukup efektif dalam menghambat laju korosi dengan adanya peningkatan konsentrasi *green inhibitor* abu sekam padi. Efisiensi inhibisi optimum terdapat pada konsentrasi 5% yaitu 78,446% pada pengujian PDP. Pertumbuhan korosi pada baja ST 41 semakin berkurang dengan penambahan *green inhibitor*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A. Rochmat, "UJI KEMAMPUAN TANIN DAUN KETAPANG SEBAGAI INHIBISI KOROSI PADA 1 Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa," no. June, 2019.
- [2]. R. Damayanti, P. K. Karo, and A. Riyanto, "Pemanfaatan Biomassa Sebagai Inhibitor Organik Pada Baja Aisi 1020 Di Universitas Lampung," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 7, no. 2, pp. 197–206, 2019, doi: 10.23960/jtaf.v7i2.2055.
- [3]. B. E. A. Rani and B. B. J. Basu, "Green inhibitors for corrosion protection of metals and alloys: An overview," *Int. J. Corros.*, vol. 2012, no. i, 2012, doi: 10.1155/2012/380217.
- [4]. S. Handani and M. S. Elta, "Pengaruh Inhibitor Ekstrak Daun Pepaya Terhadap Korosi Baja Karbon Schedule 40 Grade B Erw Dalam Medium Air Laut Dan Air Tawar," *J. Ris. Kim.*, vol. 5, no. 2, p. 175, 2012, doi: 10.25077/jrk.v5i2.219.
- [5]. M. K. Sinaga, S. R. Muria, and D. T. Kimia, "PENGUNAAN INHIBITOR DARI EKSTRAK DAUN KETAPANG ( Terminalia catappa L ) DENGAN METODE SOKLETASI UNTUK MENGENDALIKAN LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON ASTM A36," vol. 7, pp. 1–5, 2020.
- [6]. M. Goyal, S. Kumar, I. Bahadur, C. Verma, and E. E. Ebenso, "Organic corrosion inhibitors for industrial cleaning of ferrous and non-ferrous metals in acidic solutions: A review," *J. Mol. Liq.*, vol. 256, no. February, pp. 565–573, 2018, doi: 10.1016/j.molliq.2018.02.045.
- [7]. L. T. Popoola, "Organic green corrosion inhibitors (OGCIs): A critical review," *Corros. Rev.*, vol. 37, no. 2, pp. 71–102, 2019, doi: 10.1515/corrrev-2018-0058.
- [8]. D. Muliastri, D. E. Septiyani, N. Afif, V. T. Sirenden, and J. N. R. Suprihartini, "Application of Organic Inhibitors to the Corrosion of Materials AISI 1070 Steel," *Curr. J. Int. J. Appl. Technol. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 12–20, 2021, doi: 10.35313/ijatr.v2i1.39.
- [9]. S. Paul and I. Koley, "Corrosion Inhibition of Carbon Steel in Acidic Environment by Papaya Seed as Green Inhibitor," *J. Bio- Tribo-Corrosion*, vol. 2, no. 2, Jun. 2016, doi: 10.1007/s40735-016-0035-2.
- [10]. A. Maksun, "Inhibitor Korosi Yang Ramah Lingkungan," *Politeknologi*, vol. 10, no. 3, 2011.
- [11]. J. F. Fatriansyah, F. W. Situmorang, and D. Dhaneswara, "Ekstraksi Silika dari Sekam Padi: Metode Refluks dengan NaOH dan Pengendapan Menggunakan Asam Kuat (HCl) Dan Asam Lemah (CH<sub>3</sub>COOH)," *Pros. Semin. Nas. Fis. Univ. Riau ke-3 2018 Pekanbaru*, no. September, pp. 123–127, 2018.
- [12]. M. Nofri and T. Acang, "Analisis Sifat Mekanika Baja SKD 61 Dengan Baja ST 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur," *Bina Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 189–199, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.upnvj.ac.id/index.php/BinaTeknika/article/view/1322>.
- [13]. P. A. Handayani, E. Nurjanah, and D. Pita, "PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI SILIKA GEL," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 3, no. Edisi 2, 2014.