

## Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Buah Nipah sebagai *Green Corrosion Inhibitor* terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon ST37

Ulikaryani<sup>1\*</sup>, Ilma Fadlilah<sup>2</sup> dan Unggul Satria Jati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap,

Dr. Soetomo No. 1 Cilacap, Jawa Tengah, 53212, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknologi Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap,

Dr. Soetomo No. 1 Cilacap, Jawa Tengah, 53212, Indonesia

\*E-mail: [ulikaryani@pnc.ac.id](mailto:ulikaryani@pnc.ac.id)

Diajukan: 06-11-2022; Direvisi: 10-12-2022; Dipublikasi: 23-12-2022

### Abstrak

Ekstrak limbah kulit buah nipah (*Nypa Fruticans Wurmb*) diteliti potensinya sebagai *green corrosion inhibitor* dalam menghambat laju korosi pada baja karbon ST37 melalui metode *weight loss* dan pengamatan morfologi permukaannya melalui *Scanning Electron Microscopy*. Daya hambat korosi baja karbon ST37 menggunakan ekstrak kulit buah nipah ditentukan pada berbagai persen berat campuran ekstrak pada inhibitor dan lama paparan dengan media korosifnya. Efisiensi inhibisi meningkat dengan meningkatnya persen berat ekstrak. Efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 81,63% dengan laju korosi 0,617 mpy yang diperoleh pada persentase ekstrak 30% dengan lama paparan 12 hari. Hasil yang diperoleh membuktikan bahwa ekstrak limbah kulit buah nipah dapat digunakan sebagai inhibitor yang efektif pada baja karbon ST37 dengan media korosif air laut.

Kata kunci: *Green corrosion inhibitor*; Kulit nipah; Baja ST37

### Abstract

*Nypa fruit peel waste extract (Nypa Fruticans Wurmb) was investigated for its potential as a green corrosion inhibitor in inhibiting the corrosion rate of ST37 carbon steel through the weight loss method and observing its surface through Scanning Electron Microscopy. The corrosion inhibition of ST37 carbon steel using nypa fruit peel extract was determined on various mixtures of extracts on the inhibitor and the duration of exposure to the corrosive media. The inhibition efficiency increased with weight percent of the extract. The highest inhibition efficiency was 81.63% with a corrosion rate of 0.617 mpy which was obtained at 30% extract percentage with an exposure time of 12 days. The results obtained prove that the extract of nypa fruit peel waste can be used as an effective inhibitor on ST37 carbon steel with seawater corrosive media.*

**Keywords:** *Green Corrosion Inhibitor; Nypa Fruticans; ST37 Steel*

### 1. Pendahuluan

Korosi logam merupakan salah satu masalah penting yang dihadapi oleh kelompok industri maju. Kerugian finansial yang besar selalu terjadi sebagai akibat dari penggantian komponen yang terkorosi di industri. Korosi atau yang biasa dikenal dengan perkaratan adalah suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan lingkungannya [1]. Proses korosi dapat terjadi pada material logam baja karbon ST37.

Proses pencegahan korosi dapat dilakukan antara lain dengan pelapisan pada permukaan logam, proteksi katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain. Inhibitor korosi adalah zat yang bila ditambahkan dalam jumlah kecil ke lingkungan, akan mengurangi serangan korosi lingkungan pada logam. Umumnya inhibitor korosi berasal dari senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus yang memiliki pasangan elektron bebas, seperti senyawa nitrit, kromat, fosfat, urea, fenilalanin, imidazolin dan amina. Bahan kimia sintetik ini merupakan bahan kimia berbahaya, harganya mahal dan tidak ramah lingkungan [1].

Peningkatan kesadaran lingkungan dan perubahan peraturan yang membatasi inhibitor sintetis karena toksisitasnya maka inhibitor berbahan alami semakin diperlukan. *Green Corrosion Inhibitor* atau inhibitor korosi berbasis bahan alam menjadi semakin menarik untuk diteliti lebih lanjut. Sebagian besar ekstrak inhibitor korosi berbahan alam mengandung unsur-unsur yang diperlukan seperti C, N, dan S, yang merupakan unsur aktif senyawa organik. Adsorpsi senyawa ini pada bahan logam atau paduan akan membentuk lapisan yang melindungi permukaan bahan dan mencegah krosi [2].

### 1.1. *Green Corrosion Inhibitor*

*Green Corrosion Inhibitor* merupakan inhibitor korosi berbahan alam yang menjadi perhatian khusus, terutama penggunaan bahan alami seperti ekstrak daun, biji dan kulit kayu dari tumbuhan. Adsorpsi inhibitor korosi alami dapat menghambat korosi dengan mengurangi luas permukaan logam aktif dan meninggalkan area tidak aktif pada permukaan yang terpapar media korosif [2].

*Green corrosion inhibitor* bekerja berdasarkan struktur bahan aktif dari bahan alami tersebut. Beberapa penelitian telah menjelaskan perbedaan pengaruh antar jenis tanaman, hal ini tergantung pada senyawa penyusunnya. Tanin merupakan senyawa yang dapat menghambat korosi, senyawa organik *biodegradable* dan tidak beracun. Tanin merupakan polifenol yang diekstrak dari bagian tanaman yang biasanya berasal dari batang pohon semisal *quebracho*, *mimosa*, *chestnut* dan mangrove. Komponen utama tanin adalah gula, asam galat, asam fenolik alami dan flavanoid [3][4]. Tanin juga banyak terdapat pada kulit buah coklat, kulit manggis dan daun jambu biji [5].

### 1.2. *Nypa Fruticans Wurmb*

*Nypa Fruticans Wurmb* disebut juga nipah adalah palem paling umum yang tersebar luas di hutan bakau Asia Tenggara. Nipah merupakan satu-satunya jenis palem dalam kategori jenis tanaman mangrove yang mengandung minyak, tepung, gula dan lain-lain. Nipah merupakan jenis tanaman palem yang tumbuh di lingkungan mangrove [6-7]. Nipah sangat berguna dalam banyak aspek seperti halnya tanaman kelapa [8]. Buah nipah dapat dimanfaatkan menjadi berbagai jenis makanan salah satunya selai. Kulit buah nipah saat ini hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket arang [9]. Beberapa tanaman mangrove diyakini mengandung senyawa tanin [10-11]. Senyawa tanin juga diketahui sebagai senyawa yang dapat mencegah korosi [5, 3, 12-13]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa tanin yang terkandung dalam nipah. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui laju korosi sampel baja karbon ST37 yang dapat dihambat oleh ekstrak kulit buah nipah.



**Gambar 1.** (a) Buah Nipah (b) Limbah kulit buah nipah

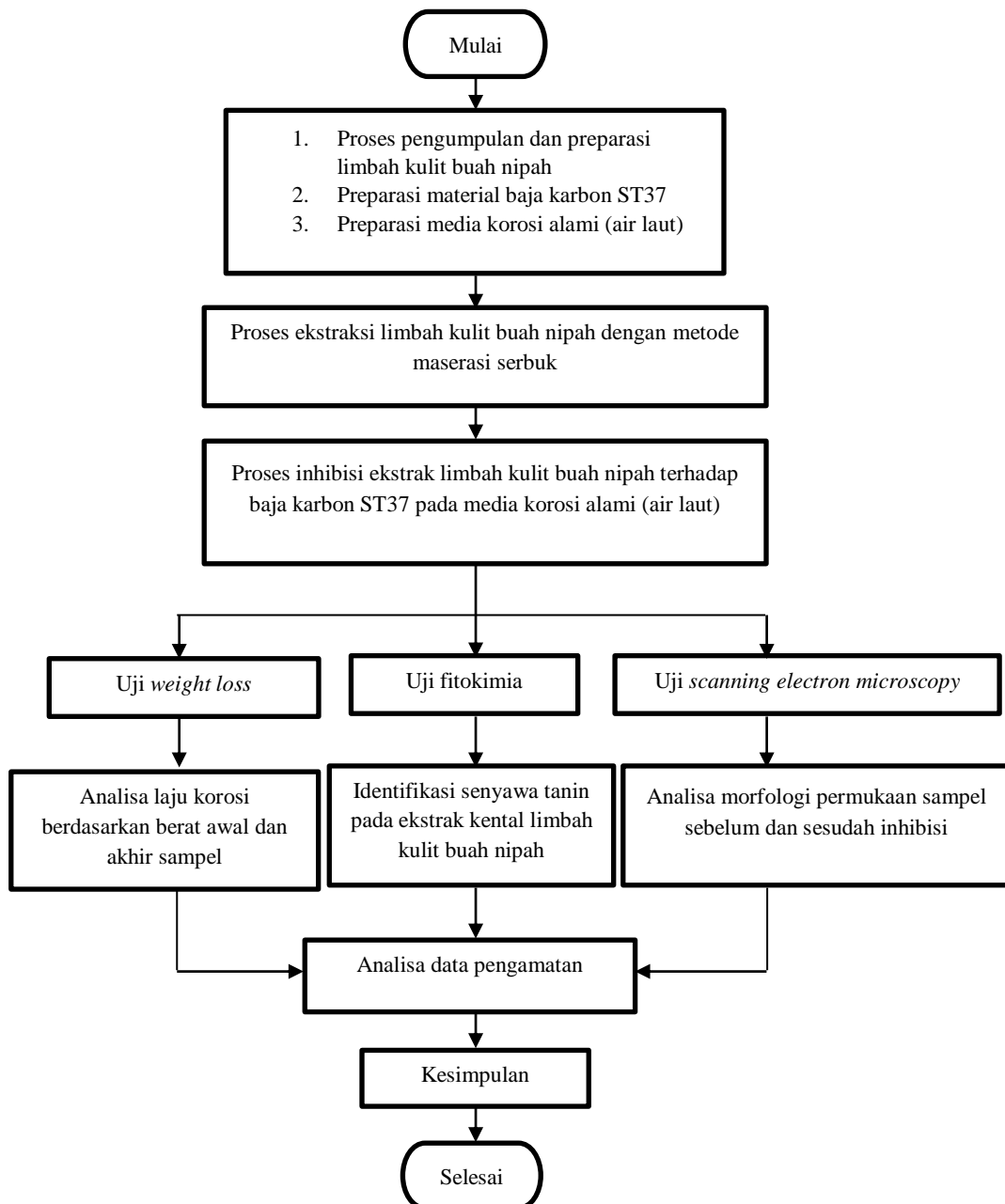
## 2. Material dan Metode

### 2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah kulit buah nipah, baja karbon ST37, aquadest, air laut, etanol 96%, aseton,  $\text{FeCl}_3$  dan epoxy. Bahan-bahan tersebut disiapkan sebelum dilakukan proses inhibisi. Alat yang digunakan antara lain wadah sampel, pipet, aluminium foil, jangka sorong, benang, timbangan analitik ketelitian 0,0001 gram, rotary evaporator, pisau pemotong kulit buah nipah, blender, amplas grade 400 dan 800, tissue roll, kertas saring whatmann no. 42, alat uji SEM dan peralatan gelas pendukung.

### 2.2. Metode

Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung efisiensi inhibisi ekstrak dalam menghambat laju korosi. Tahapan penelitian dijelaskan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 2..



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian pengaruh penambahan inhibitor kulit buah nipah terhadap laju korosi pada baja karbon ST37

Penelitian tentang *green corrosion inhibitors* berbahan limbah kulit buah nipah secara umum bertujuan untuk mengetahui efisiensi inhibitor kulit buah nipah terhadap laju korosi baja karbon ST37. Untuk menentukan efisiensi inhibisi, sampel tanpa inhibitor kulit nipah akan dibandingkan dengan sampel yang diberi inhibitor kulit nipah selama interval waktu yang ditentukan melalui uji *weight loss*. Sampel kemudian juga diuji dengan SEM untuk melihat morfologi permukaan sampel baja ST 37 tanpa inhibitor dan dengan inhibitor.

Sebagai pelengkap data penelitian, juga akan dilakukan uji fitokimia sederhana dari kulit buah nipah untuk mengetahui kandungan senyawa tannin pada ekstrak kulit buah nipah. Uji fitokimia ekstrak kulit buah nipah bertujuan untuk memperkuat kesimpulan dari penelitian yang akan dilakukan.

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan Teknik analisis data kuantitatif mengacu pada ASTM G1. Laju korosi dapat dihitung dengan persamaan [14].

$$C_R = \frac{3.45 \times 10^6 W}{DAT} \quad (1)$$

Dimana  $C_R$  adalah laju korosi (mpy),  $W$  adalah *weight loss* dalam gram.  $D$  adalah densitas logam ( $\text{g/cm}^3$ ),  $A$  adalah luas permukaan spesimen ( $\text{cm}^2$ ) dan  $T$  adalah waktu paparan dengan lingkungan korosif (jam).

Perhitungan laju korosi berdasarkan standar ASTM D 2688-05 [15].

$$C_R = \frac{22.3 W}{DAT} \quad (2)$$

Dimana,  $C_R$  adalah laju korosi (mpy),  $W$  adalah *weight loss* dalam miligram.  $D$  adalah densitas logam ( $\text{g/cm}^3$ ),  $A$  adalah luas permukaan spesimen ( $\text{in}^2$ ) dan  $T$  adalah waktu paparan dengan lingkungan korosif (hari).

Perhitungan menggunakan rumus *weight loss* untuk menentukan efisiensi inhibisi berdasarkan ASTM G 185-06, yaitu [16].

$$IE = \left(1 - \frac{CR_i}{CR_o}\right) \times 100 \quad (3)$$

Dimana,  $IE$  adalah efisiensi inhibisi (%),  $CR_i$  adalah laju korosi dari sampel dengan inhibitor dan  $CR_o$  adalah laju korosi dari sampel tanpa inhibitor.

### 3. Hasil dan Pembahasan

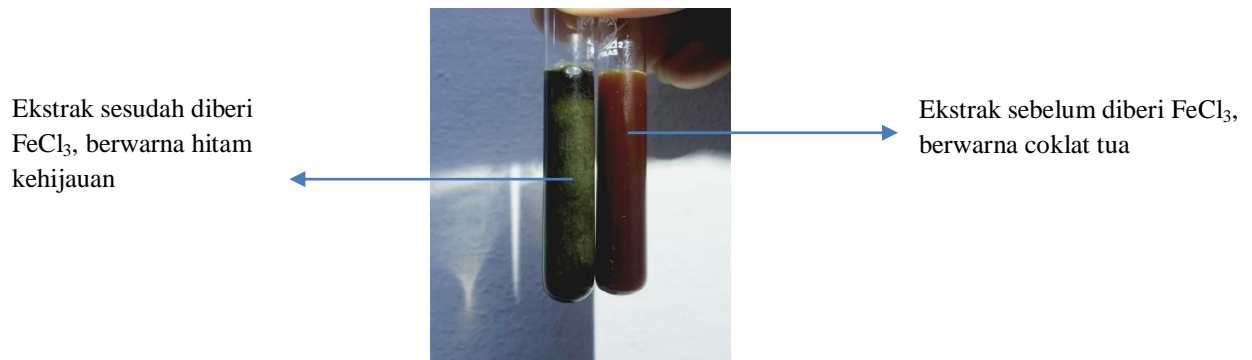
Berdasarkan hasil penyaringan dan penguapan filtrat diperoleh ekstrak kental kulit buah nipah. Ekstrak kental ini kemudian digunakan untuk pengujian tanin dan pembuatan inhibitor dengan menambahkan epoksi sebagai perekat yang kemudian diaplikasikan pada material baja karbon ST37.

Sebelum dilakukan proses inhibisi, terlebih dahulu dilakukan identifikasi kandungan tanin dari ekstrak tersebut. Uji fitokimia dilakukan untuk mendeteksi kandungan senyawa tanin pada ekstrak pekat atau ekstrak kental limbah kulit buah nipah yang telah diperoleh. Tanin berperan dalam menghambat laju korosi material logam.

Menurut Pelikan (1996) dalam Swastika dkk (2017), penggunaan tanin sebagai inhibitor korosi besi diawali dengan penemuan arkeologi berupa artefak besi dalam kondisi utuh dan terawat, yang ditemukan tertimbun dalam media yang mengandung tanin alami. Di situs ini ditemukan benda-benda besi yang masih terawat dengan baik di sebuah penyamakan kulit Saxon di York, dimana media tanah sebenarnya sangat mendukung proses korosi. Temuan ini menguatkan penelitian tentang peran tanin dalam melindungi besi dari korosi [8].

### 3.1. Pendeteksian senyawa tanin

Tanin dibagi menjadi 2 jenis yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis. Tanin terhidrolisis dapat membubuk dalam air, karena tanin akan bereaksi membentuk zat yang berbeda dan menghasilkan berbagai produk yang larut dalam air seperti asam galat, asam protocatechuic. Galotanin atau biasa disebut asam tanat adalah yang paling umum sebagai tanin terhidrolisis. Sedangkan, tanin terkondensasi atau proanthocyanidins tersebar luas pada tumbuhan. Sekitar 2-50 atau lebih polimer flavonoid tidak mampu terhidrolisis. Tanin terkondensasi tidak larut dalam air [9].



**Gambar 3.** Hasil uji fitokimia senyawa tanin pada ekstrak kental limbah kulit buah nipah

Uji fitokimia terhadap kandungan senyawa tanin pada ekstrak kulit buah nipah dilakukan secara kualitatif. Uji kualitatif dilakukan dengan melihat perubahan fisik terutama warna ekstrak kulit buah nipah pada penambahan larutan FeCl<sub>3</sub> 1%.

Penetapan tanin secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan 2 gram ekstrak yang direbus dengan 50 ml aquadest, kemudian diendapkan dan disaring dengan kapas atau kertas saring, filtratnya diambil, kemudian dilakukan identifikasi adanya tanin. Ekstrak tersebut ditambahkan FeCl<sub>3</sub> 1%, kemudian galotanin dan ellagitannin akan memberikan endapan biru kehitaman sedangkan tanin terkondensasi akan memberikan endapan hitam kehijauan [10].

Berdasarkan pengujian terhadap ekstrak kental limbah kulit buah nipah tersebut didapatkan hasil berupa warna hitam kehijauan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak tersebut mengandung tanin dengan jenis tanin terkondensasi.

### 3.2. Penentuan laju korosi berdasarkan uji *weight loss*

Uji *weight loss* dilakukan untuk mengetahui laju korosi berdasarkan perbedaan antara sampel awal dan sampel akhir setelah dilapisi dengan green inhibitor. Tahap awal uji *weight loss* yaitu sampel baja yang luas permukaannya telah diukur menggunakan jangka sorong dan ditimbang menggunakan neraca analitik kemudian dilapisi dengan *green corrosion inhibitor* dari kulit buah nipah dengan variasi ekstrak kulit buah nipah masing-masing 12% dan 30% persen berat terhadap resin epoksi.

Berdasarkan data kehilangan berat yang diperoleh maka laju korosi setiap sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1), maka laju korosi yang terjadi pada setiap sampel dapat diperoleh seperti pada Tabel 1.

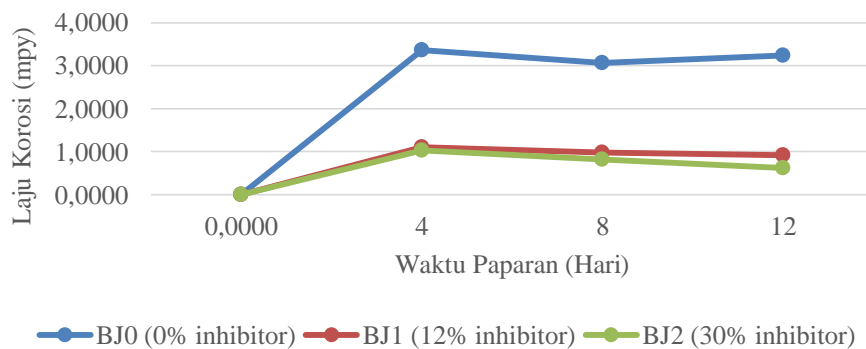
**Tabel 1.** Laju korosi pada setiap sampel

Hari ke-	Sampel BJ0* (mpy)	Sampel BJ1** (mpy)	Sampel BJ2*** (mpy)
0	0	0	0

4	3,3660	1,0994	1,0283
8	3,0695	0,9816	0,8227
12	3,2340	0,9162	0,6170

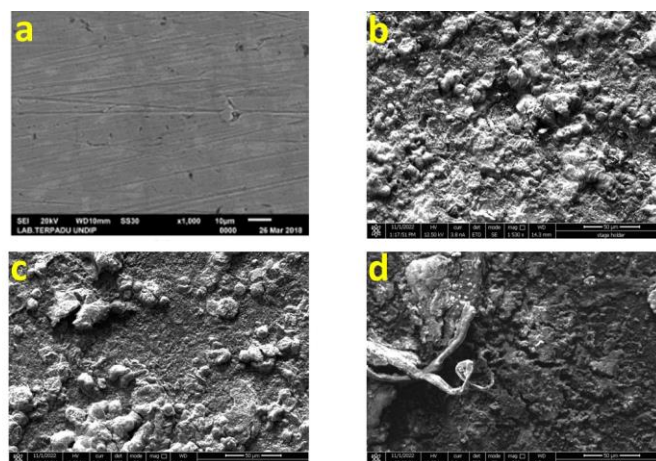
\*BJ0 = sampel tanpa inhibitor  
 \*\*BJ1 = sampel dengan 12% *green corrosion inhibitor*  
 \*\*\*BJ2 = sampel dengan 30% *green corrosion inhibitor*

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dapat diketahui bahwa laju korosi tertinggi terdapat pada sampel baja tanpa *green corrosion inhibitor* dengan lama perendaman selama 4 hari yaitu sebesar 3,6660 mpy. Sedangkan laju korosi terendah terdapat pada sampel baja dengan *green corrosion inhibitor* dengan campuran ekstrak kulit nipah sebanyak 30% berat dengan lama perendaman 12 hari yaitu sebesar 0,6170 mpy. Sedangkan, efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan persamaan (3) diatas, sehingga diperoleh efisiensi inhibisi tertinggi sebesar 81,63% pada sampel BJ2 dengan lama paparan 12 hari.



**Gambar 4.** Grafik pengaruh inhibitor terhadap laju korosi

### 3.3. Hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM)



**Gambar 5.** Hasil Uji SEM (a) Sampel raw [17], (b) Sampel tanpa dilapisi inhibitor, (c) Sampel dilapisi inhibitor dengan 12%ekstrak, (d) Sampel dilapisi inhibitor dengan 30%ekstrak

Uji SEM dilakukan untuk melihat permukaan yang telah terkorosi. Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa sampel yang digunakan telah terkorosi, dimana terjadi perubahan struktur permukaan pada sampel. Namun, pada Gambar 5(b) terlihat gumpalan yang merata artinya telah terjadi proses korosi yang meluas. Pada Gambar 5(c) terlihat adanya gumpalan namun tidak merata hal ini mengindikasikan proses korosi terjadi akan tetapi belum meluas ke semua area

permukaan. Pada Gambar 5(d) terlihat hanya sedikit gumpalan pada permukaan dan terlihat adanya lapisan baru pada permukaan menunjukkan proses korosi tetap terjadi dengan area paparan yang sempit serta adanya proses hambatan korosi berupa terbentuknya kerak lapisan baru pada area permukaan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa laju korosi dan efisiensi inhibisi tergantung pada persentase ekstrak limbah kulit buah nipah di dalam campuran pelapisnya. Hasilnya menunjukkan bahwa limbah kulit buah nipah menunjukkan kinerja yang sangat baik (lebih dari 80%) terhadap korosi baja karbon ST37 dalam media air laut. Laju korosi terendah yaitu 0,617 mpy dengan efisiensi inhibisi diketahui sebesar 81,63% melalui metode *weight loss*. Berdasarkan analisis SEM diketahui pula terbentuknya lapisan baru pada permukaan baja karbon ST37 yang dicurigai sebagai bentuk lapisan umpan yang dapat mencegah terjadinya proses korosi. Efisiensi inhibisi ekstrak kulit buah nipah ini termasuk tinggi dibandingkan dengan efisiensi inhibisi korosi dengan jenis bahan alam yang berbeda seperti ekstrak daun jambu biji pada baja karbon ST37 yaitu sebesar 70,12 % - 84,07% [17-18].

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini dalam program Hibah Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Tahun 2022 dengan no. SK 062/PL43/PM.01.01/2022.

#### Daftar Pustaka

- [1] Y. Fahrizal and D. H. Sutjahjo, Pengendalian korosi pada baja rendah karbon (mild steel) dengan inhibitor ekstrak tanin dari daun sirsak pada media air laut dan udara. *J. Mhs. Unesa*. 2019: pp. 9–16.
- [2] L. A. K. and A. A. Omnia S. Shehata, *Green Corrosion Inhibitors, Past, Present, and Future*. IntechOpen: 2018.
- [3] A. M. Shah, A. A. Rahim, S. A. Hamid, and S. Yahya, Green inhibitors for copper corrosion by Mangrove tannin,” *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 2140–2153, 2013.
- [4] B. Mulyati, “Tanin dapat Dimanfaatkan Sebagai Inhibitor Korosi,” *J. Ind. Elektro, dan Penerbangan*, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/download/224/191>
- [5] H. Kaco *et al.*, “Enhanced corrosion inhibition using purified tannin in HCL medium,” *Malaysian J. Anal. Sci.*, vol. 22, no. 6, pp. 931–942, 2018, doi: 10.17576/mjas-2018-2206-02.
- [6] E. Subiandono, N. M. Heriyanto, and E. Karlina, “Potensi Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove,” *Bul. Plasma Nutrafah*, vol. 17, no. 1, p. 54, 2016, doi: 10.21082/blpn.v17n1.2011.p54-60.
- [7] M. Farid Hossain, “Utilization of Mangrove Forest Plant: Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb.),” *Am. J. Agric. For.*, vol. 3, no. 4, p. 156, 2015, doi: 10.11648/j.ajaf.20150304.16.
- [8] 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*, vol. 5, no. 2, pp. 8–13, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.18938.
- [9] V. Kayadoe and R. Turalely, “Ekstrak daun nipah sebagai inhibitor korosi baja SS-304 dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nipah leaf extract as corrosion inhibitors for SS-304 in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution,” no. September, pp. 99–105, 2016.
- [10] N. Soenardjo and E. Supriyantini, “Analisis Kadar Tanin Dalam Buah Mangrove *Avicennia marina* Dengan Perebusan Dan Lama Perendaman Air Yang Berbeda,” *J. Kelaut. Trop.*, vol. 20, no. 2, p. 90, 2017, doi:

10.14710/jkt.v20i2.1701.

- [11] T. M. Putri, E. Malis, and R. Ridho, "Ekstraksi senyawa tanin dari mangrove (*Brugueria gymnorrhiza*) menggunakan pelarut aquades dan etanol sebagai pewarna alami dan penguat serat kain," *J. Cryst. Publ. Penelit. Kim. dan Ter.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–24, 2020, doi: 10.36526/jc.v2i1.922.
- [12] A. Swastikawati, H. Kusumawaty, R. K. Suryanto, and P. Y. A. Hendra, "Tanin Sebagai Inhibitor Korosi Artefak Besi Cagar Budaya," *J. Konserv. Cagar Budaya*, vol. 11, no. 1, pp. 3–21, 2017, doi: 10.33374/jurnalkonservasicagarbudaya.v11i1.165.
- [13] F. Gambier, A. M. Shah, H. Hussin M, M. N. Mohamad Ibrahim, A. A. Rahim, and N. Brosse, "Condensed Tannins from Mangrove and Grape Pomace as Renewable Corrosion Inhibitors and Wood Adhesive," *J. Adv. Chem. Eng.*, vol. 08, no. 01, pp. 1–8, 2018, doi: 10.4172/2090-4568.1000182.
- [14] ASTM, "ASTM D 2688 Standard Test Methods for Corrosivity of Water in the Absence of Heat Transfer (Weight Loss Method), ASTM International, Philadelphia, PA." 2005.
- [15] R. Singh, "Corrosion Evaluation," pp. 48–67, 2019.
- [16] ASTM, "Standard Practice for Evaluating and Qualifying Oil Field and Refinery Corrosion Inhibitors Using Rotating Cage," *ASTM B. Stand.*, vol. 06, no. Reapproved 2012, pp. 9–14, 2012.
- [17] D. Mardiana, E. Ginting, and A. Riyanto, "Efektivitas Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.) Sebagai Inhibitor Pada Baja Karbon St37 dalam Medium Korosif NaCl 3%," *J. Energy, Mater. Instrum. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 119–125, 2020, doi: 10.23960/jemit.v1i3.128.
- [18] P. V. Citra, E. G. Suka, and A. Riyanto, "Analisis Laju Korosi Baja St37 dengan Inhibitor Ekstrak Daun Jambu Biji dalam Medium Korosif HCl 3% pada Suhu 80°C dan 100°C," *J. Energy, Mater. Instrum. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 110–115, 2021, doi: 10.23960/jemit.v2i3.148.