

Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa L*) sebagai Inhibitor Korosi pada Baja

Afifah Zahra Hakimin, Dahyunir Dahlan*

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis Padang, 25163 Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan : 28 Januari 2021

Direvisi : 05 Februari 2021

Diterima : 10 Februari 2021

Kata kunci:

laju korosi
inhibitor
weight loss
efisiensi

Keywords:

corrosion rate
inhibitor
weight loss
efficiency

Penulis Korespondensi:

Dahyunir Dahlan

Email: dahyunir@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Artikel ini melaporkan tentang sintesis lapisan antikorosi dengan menggunakan ekstrak daun ketapang sebagai inhibitor. Penelitian ini diawali dengan pembuatan lapisan menggunakan NiSO₄, borid acid dan aquades. Kemudian penambahan inhibitor dilakukan dengan konsentrasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% volume inhibitor. Pelapisan dilakukan dengan metode elektrodeposisi. Pengukuran laju korosi ditentukan dengan merendam baja selama 6 jam dalam larutan korosif hasil pencampuran 2g NaOH 1M dan 50mLaquades. Nilai efisiensi inhibisi yang paling optimal didapatkan pada penambahan konsentrasi inhibitor 1,5% yaitu sebesar 92,96%, dengan laju korosi terendah yaitu 0,76 Mpy. Konsentrasi inhibitor yang menghasilkan permukaan lapisan paling seragam adalah 1% dengan efisiensi inhibisi 80,25%. Analisis laju korosi menggunakan metode weight loss menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi inhibitor menurunkan laju korosi. Karakterisasi permukaan baja setelah elektrodeposisi dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Karakterisasi dilakukan pada sampel sebelum dan setelah perendaman dalam medium pengkorosi dengan hasil permukaan yang paling optimum pada konsentrasi 1% inhibitor.

This article reports on the synthesis of an anti-corrosion coating using tropical almond leaf extract as an inhibitor. This research begins with the manufacture of layers using NiSO₄, borid acid and distilled water. Then the addition of the inhibitor was carried out with a concentration of 0%, 0.5%, 1%, 1.5% and 2% by volume of the inhibitor. The coating was carried out by the electrodeposition method. The corrosion rate was determined by immersing the steel for 6 hours in a corrosive solution mixed with 2g NaOH 1M and 50mL distilled water. The most optimal inhibition efficiency value was obtained at the addition of the inhibitor concentration of 1.5%, namely 92.96%, with the lowest corrosion rate of 0.76 Mpy. The inhibitor concentration that produced the most uniform coating surface was 1% with an inhibition efficiency of 80.25%. Corrosion rate analysis using the weight loss method shows that the addition of inhibitor concentration reduces the corrosion rate. Characterization of the steel surface after electrodeposition was carried out using Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-Ray Diffraction (XRD). Characterization was carried out on the samples before and after immersion in the corroding medium with the optimum surface yield at concentration of 1% inhibitor.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved



I. PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu material yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan dan industri manufaktur karena memiliki ketahanan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan beton dan material lainnya. Saat ini sudah banyak komponen struktur baja modern seperti baja kolom dan balok untuk bangunan sehingga tidak proyek pembangunan dapat dilaksanakan lebih cepat. Dalam penggunaannya kegagalan material sering berakibat fatal, sehingga diperlukan teknologi untuk mencegah kecacatan pada material seperti baja. Masalah yang sangat umum muncul pada baja adalah terjadinya korosi sehingga menyebabkan kerugian dan kerusakan pada alat. Korosi merupakan penurunan mutu logam yang disebabkan oleh lingkungan atau zat kimia dan berpengaruh pada kondisi suatu material (Pattireuw, 2013). Korosi dapat dipandang sebagai parasit yang dapat menghancurkan bahan utama material logam. Korosi Aatau yang sehari-hari sering disebut perkaratan seringkali mengakibatkan kerusakan alat, kecelakaan atau pencemaran lingkungan.

Proses korosi sangat mudah pada Negara beriklim tropis seperti Indonesia akibat perubahan suhu yang signifikan dan cuaca yang tak menentu. Laju korosi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelembaban udara, keberadaan elektrolit berupa asam atau garam, adanya oksigen, permukaan logam yang tidak rata serta letak logam dalam potensial reduksi. Semakin kekanan letak material dalam deret volta semakin positif potensial reduksi besi sehingga sifat oksidasinya akan semakin kuat (Swastikawati, 2014). Dampak yang ditimbulkan korosi yang pernah terjadi yaitu kecelakaan yang menimbulkan korban jiwa, seperti runtuhnya jembatan, terjadinya kebakaran yang diakibatkan kebocoran pipa gas, dan meledaknya pembangkit tenaga nuklir akibat korosi pada pipa uapnya. Di Indonesia, Pemerintah mengalokasikan 1-1,5% dari GDP (*Gross Domestic Production*) atau mencapai triliunan rupiah dana untuk menangani korosi (Wahyuningsih, 2010).

Korosi pada logam tidak dapat dicegah, namun dapat dikendalikan. Beberapa metode untuk memperlambat laju korosi adalah perlindungan katodik, pemberian lapisan pada permukaan logam, penambahan inhibitor korosi dan sebagainya. Salah satu cara untuk meminimalkan efek degradasi pada material yang sering digunakan adalah dengan penggunaan inhibitor. Dalam menangani korosi inhibitor merupakan bagian terpenting sehingga pemilihan inhibitor yang digunakan harus sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan (Nugroho, 2015).

Saat ini penelitian bidang inhibitor korosi mendapat perhatian khusus terutama dari sudut pandang kompatibilitas lingkungan. Lembaga lingkungan di berbagai negara telah memberlakukan peraturan ketat untuk penggunaan dan pembuangan inhibitor korosi. Peraturan tersebut mengharuskan inhibitor korosi yang digunakan aman dan ramah lingkungan (Satri, 2011). Oleh karena itu dibutuhkan suatu inhibitor alami yang ramah lingkungan, mudah didapatkan dan dengan biaya yang lebih murah daripada bahan kimia sintetis.

Pada penelitian ini pengurangan laju korosi pada baja dilakukan dengan ekstrak daun ketapang. Penggunaan daun ketapang didasari banyak ditemukannya tumbuhan ini di daerah tropis seperti Indonesia. Disamping itu pertumbuhan daun ketapang relatif cepat dan kandungan taninnya tergolong tinggi. Daun ketapang mengandung unsur flavonoid, saponin, triterpen, diterpen, senyawa fenolik, dan tanin. Sebanyak 37,17% tanin dapat dihasilkan dari ekstraksi sokletasi menggunakan etanol dan air dengan perbandingan 3 : 2 (Dhora, 2017). Salah satu cara untuk mendapatkan ekstrak daun ketapang adalah dengan maserasi. Metode maserasi akan menghasilkan senyawa yang lebih pekat dari tumbuhan yang digunakan sebagai inhibitor. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon yang banyak digunakan untuk konstruksi bangunan dan industri manufaktur. Lapisan inhibitor disintesis menggunakan metode elektrodposisi yang dapat menghasilkan lapisan tipis yang lebih merata, daya rekat lebih kuat dan proses pelapisan yang tidak membutuhkan tegangan yang tinggi sehingga penerapannya mudah dan sederhana (Dahlan, 2009). Laju korosi pada penelitian ini ditentukan dengan memvariasikan waktu perendaman baja dan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak daun ketapang dalam medium NaOH dengan metode *weight loss* dan elektrodposisi.

II. METODE

2.1 Pembuatan Sampel

Sampel baja dipotong berbentuk lembaran dengan ukuran 2,5 cm × 1,5 cm dan ketebalan 0,2 cm sebanyak 10 buah, dimana masing-masing sebanyak 2 sampel untuk dilapisi dengan metode elektrodeposisi menggunakan inhibitor dan 1 sampel tanpa inhibitor. Setelah dipotong, permukaan sampel baja dihaluskan menggunakan kertas amplas berukuran 1000 dan 2000 grid. Kemudian baja dicuci dengan sabun detergen dan dibersihkan dengan larutan aseton untuk menghilangkan lemak dan kotoran yang menempel pada permukaannya. Lembaran sampel yang sudah bersih dikeringkan dengan *hair dryer* dan disimpan dalam desikator untuk menghilangkan kadar air pada spesimen baja.

2.2 Pembuatan Larutan Inhibitor dan Larutan Elektrolit

Daun ketapang segar sebanyak 5 kg dikeringkan pada suhu ruang selama 15 hari. Setelah dikeringkan massa daun ketapang ditimbang dan dihaluskan menggunakan blender. Metode maserasi dilakukan dengan mencampurkan bubuk daun ketapang dengan etanol dan H₂O dan diaduk hingga rata selanjutnya direndam selama 3 hari. Filtrat yang dihasilkan dari rendaman daun ketapang diuapkan dengan metode evaporasi untuk memisahkan pelarut dari ekstrak sehingga menghasilkan ekstrak daun ketapang yang lebih pekat.

Larutan elektrolit yang digunakan pada proses pelapisan dengan metode elektrodeposisi adalah NiSO₄ sebanyak 2,5 g dan asam borat sebanyak 3 g dengan konsentrasi 0,05M. Larutan tersebut dilarutkan dengan H₂O dalam labu ukur hingga 200 mL. Setelah itu larutan dicampurkan dengan ekstrak daun ketapang dengan masing-masing konsentrasi 0% tanpa inhibitor, dan 0,5%, 1%, 1,5%, 2% sebagai larutan inhibitor.

2.3 Pelapisan Permukaan Sampel Baja dengan Metode Elektrodeposisi

Pelapisan permukaan sampel baja dengan metode elektrodeposisi dilakukan dengan memasang elektroda pada katoda (negatif) yaitu sampel baja dan grafit sebagai anoda (kutub positif) dengan posisi saling berhadapan. Elektroda tersebut kemudian dimasukkan secara bersamaan ke dalam set peralatan elektrodeposisi pada bejana yang telah diisi larutan elektrolit yang tanpa dicampurkan inhibitor dan larutan elektrolit yang sudah dicampurkan inhibitor. Setelah itu, set peralatan elektrodeposisi diatur pada tegangan 5 V dan waktu deposisi selama 5 menit dengan menggunakan arus pulsa (*pulse current*). Penelitian dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan inhibitor pada larutan elektrolit yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%.

2.4 Pengukuran Laju Korosi

Pengukuran laju korosi dilakukan dengan metode *weight loss*. Pengukuran diawali dengan menimbang massa awal sampel baja menggunakan timbangan digital untuk melihat perubahan massa sebelum dan sesudah dilapisi, kemudian dilakukan proses pengkorosian dengan cara merendam sampel pada larutan medium korosif yaitu campuran 2 g NaOH dan 50 mL aquades pada suhu ruang. Masing-masing sampel direndam dalam 5 wadah plastik tertutup dengan waktu perendaman yaitu selama 6 jam. Laju korosi dan efisiensi inhibisi dengan menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2.

$$\text{Laju Korosi} = \frac{K \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (1)$$

$$\text{Efisiensi Inhibisi} = \frac{V_a - V_b}{V_a} \times 100\% \quad (2)$$

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Penambahan Inhibitor terhadap Perubahan Arus saat Elektrodeposisi

Tabel 1 memperlihatkan perubahan arus larutan diamati saat sebelum dan sesudah dilakukannya proses elektrodeposisi, arus elektrodeposisi sebelum deposisi lebih besar dibandingkan setelah dilakukannya deposisi. Perubahan arus terjadi secara konstan, hal ini dipengaruhi oleh ion-ion yang bergerak pada larutan elektrolit, perubahan terjadi ketika larutan elektrolit dihubungkan dengan

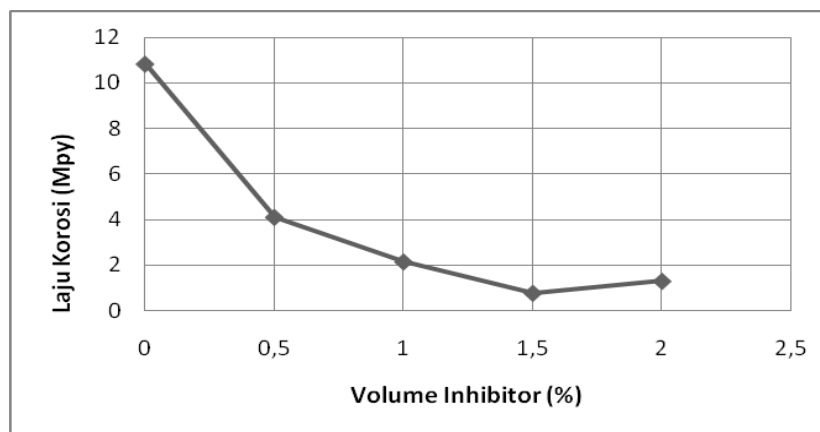
sumber tegangan, maka ion-ion yang bergerak bebas pada larutan elektrolit akan mengalir dari katoda menuju anoda. Pada saat ion-ion bermigrasi dari katoda menuju anoda, elektron yang bermuatan negatif akan menyebabkan ion-ion positif mengalir dari anoda menuju katoda.

Tabel 1 Pengaruh Penambahan Inhibitor terhadap Perubahan Arus saat Elektrodeposisi

Volume Inhibitor (%)	Arus (A)		ΔI
	I_{awal}	I_{akhir}	
0,0	0,048	0,042	0,006
0,5	0,038	0,033	0,005
1,0	0,024	0,018	0,006
1,5	0,022	0,020	0,002
2,0	0,021	0,018	0,003

3.2 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Ketapang terhadap Laju Korosi

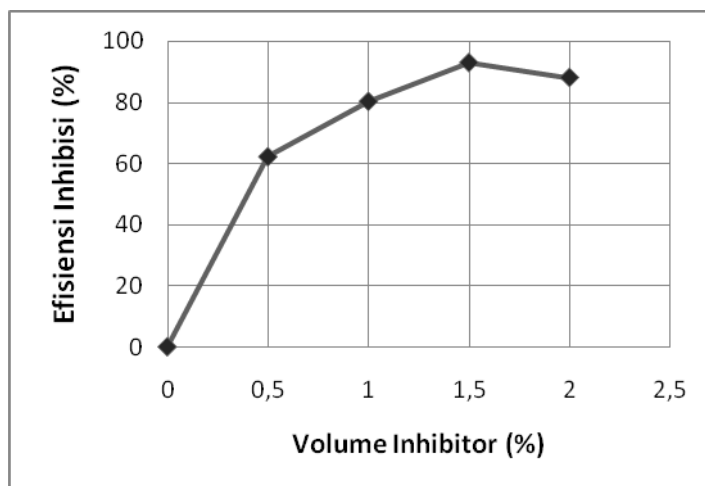
Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang ditambahkan pada larutan elektrolit saat proses pelapisan maka laju korosi baja menjadi menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang diberikan pada larutan elektrolit, maka kesempatan inhibitor untuk menempel pada saat proses elektrodeposisi pada baja juga akan semakin tinggi. Namun pada saat diberikan inhibitor dengan volume konsentrasi 2%, laju korosi pada baja meningkat menjadi 1,79 Mpy. Hal ini terjadi disebabkan karena konsentrasi inhibitor yang diberikan terlalu banyak, sehingga kemampuannya melindungi permukaan menurun (Dayana, 2014).



Gambar 1 Pengaruh penambahan konsentrasi inhibitor pada proses elektrodeposisi terhadap laju korosi

3.3 Analisis Nilai Efisiensi Inhibisi terhadap Konsentrasi Inhibitor pada Proses Elektrodeposisi

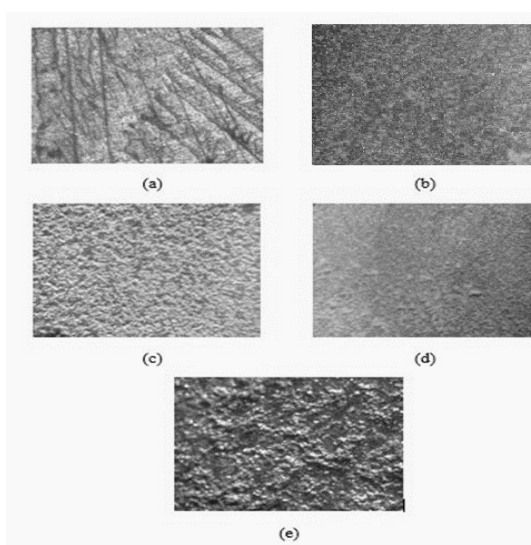
Efisiensi Inhibisi mengindikasikan kemampuan inhibitor untuk menghambat terjadinya korosi. Gambar 2 menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi tertinggi didapatkan pada lapisan dengan penambahan 1,5% volume inhibitor yaitu sebesar 92,96%, sedangkan pada saat penambahan 0,5% inhibitor efisiensi inhibitorya hanya mencapai 62,17%, seiring bertambahnya volume inhibitor yang diberikan efisiensi inhibisinya juga meningkat. Peningkatan efisiensi inhibisi disebabkan karena senyawa tanin pada ekstrak daun ketapang membentuk senyawa kompleks yang berfungsi sebagai lapisan pelindung. Lapisan inilah yang mampu menghambat laju korosi dengan melapisi permukaan logam. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak tanin yang teradsorpsi dipermukaan logam, maka semakin besar pula daya inhibisinya.



Gambar 2 Pengaruh konsentrasi inhibitor pada proses elektrodeposisi terhadap efisiensi inhibisi

3.4 Morfologi Permukaan Baja dengan Mikroskop Optik

Pengamatan morfologi permukaan baja dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 400 kali, pengamatan tersebut dilakukan pada baja yang sudah dilakukan elektrodeposisi selama 5 menit dengan tegangan sebesar 3V tanpa penambahan konsentrasi inhibitor dan pelapisan dengan penambahan konsentrasi inhibitor. Dari penggunaan alat tersebut didapatkanlah permukaan sampel seperti yang terlihat pada Gambar 3.



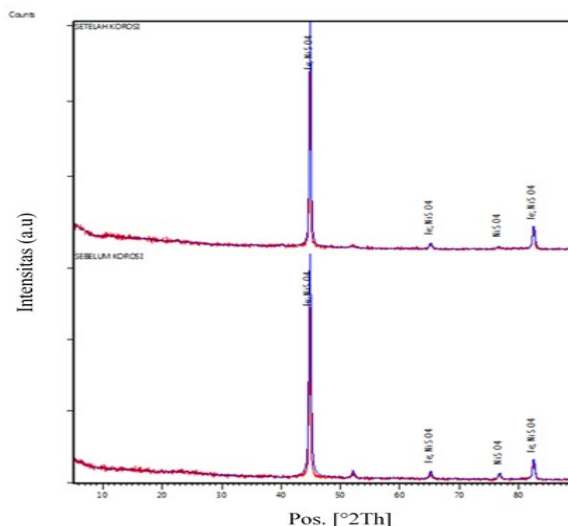
Gambar 3 Bentuk Morfologi permukaan baja setelah proses elektrodeposisi (a) 0% konsentrasi inhibitor (b) 0,5% volume inhibitor (c) 1% volume inhibitor (d) 1,5% volume inhibitor (e) 2% volume inhibitor .

Lapisan tanpa penambahan inhibitor (Gambar 3a) terlihat cukup halus dan merata. Permukaan baja yang dilapisi dengan penambahan 0,5% inhibitor ekstrak daun ketapang (Gambar 3b) membentuk lapisan yang cukup halus, tidak terdapat penumpukan material maupun endapan inhibitor pada permukaan lapisan, namun beberapa bagian permukaan tidak seluruhnya terlapisi. Lapisan dengan penambahan inhibitor ekstrak daun ketapang sebesar 1% (Gambar 3c), lapisan yang terbentuk menutupi secara merata di seluruh permukaan dengan butir yang lebih halus, dan tidak terdapat endapan inhibitor pada lapisan. Permukaan baja dengan penambahan inhibitor sebesar 1,5% pada Gambar 3d, pada bagian tertentu dari permukaan baja lapisan yang terbentuk kurang halus namun seluruh permukaan baja sudah terlapisi oleh inhibitor, hal ini disebabkan karena saat proses elektrodeposisi lerutan dengan elektrolit yang terlalu pekat akan menimbulkan gelembung dipermukaan baja, gelembung tersebut ketika dikeringkan udara menyebabkan endapan inhibitor

pada permukaan. Sedangkan permukaan baja dengan penambahan inhibitor 2% (Gambar 3e), saat proses electrodeposisi berlangsung terbentuk endapan di seluruh permukaan, yang menyebabkan lapisan yang terbentuk tidak merata pada baja dikarenakan konsentrasi inhibitor yang diberikan terlalu tinggi.

3.5 Analisis Permukaan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

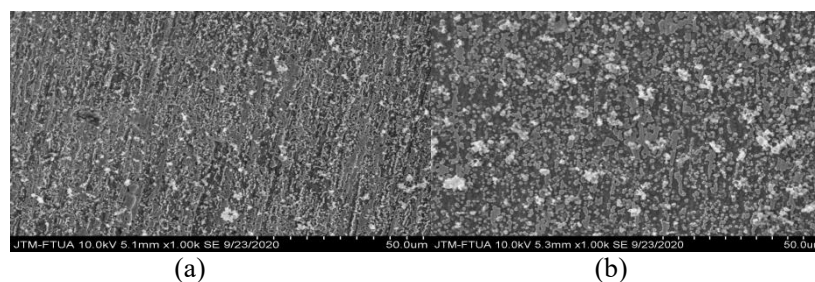
Karakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dilakukan pada sampel dengan permukaan terbaik pada saat sebelum dan sesudah direndam dalam larutan korosif NaOH selama 6 jam yaitu pada konsentrasi inhibitor 1%. Hasil karakterisasi permukaan sampel dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan grafik di bawah, hasil karakterisasi XRD pada Gambar 4 berupa grafik *peak to peak* dimana sumbu y menyatakan intensitas peak dan sumbu x menyatakan sudut difraksi yang terukur. Dapat dilihat bahwa pada grafik sebelum korosi terdapat 5 puncak difraksi pada sampel baja, sedangkan pada grafik setelah direndam dalam larutan korosif NaOH terbentuk 6 puncak difraksi, ini menyatakan bahwa telah muncul unsur baru pada permukaan baja yang terkorosi. Nilai intensitas tertinggi terdapat pada puncak pertama posisi $2\theta 44,8548^\circ$ yaitu 100 dan puncak kelima posisi $2\theta 82,4514^\circ$ yaitu 10,51. Nilai tersebut mengindikasikan sampel baja mengandung dua unsur fasa kristalin yaitu unsur Fe dan NiSO₄. Intensitas yang tinggi tersebut mengindikasikan bahwa partikel sampel baja memiliki kristalinitas yang baik.



Gambar 4 Pola difraksi lapisan NiSO₄ sampelbaja dengan penambahan 1% inhibitorsebelum dan setelah direndamdalamlarutankorosif NaOH

3.6 Karakterisasi Permukaan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM)

Karakterisasi permukaan dilakukan dengan perbesaran 1000 kali, permukaan difoto untuk mengetahui keadaan awal sebelum dimasukkan dalam medium pengkorosi dan sesudah direndam dalam larutan korosif. Sampel yang akan dianalisa adalah sampel terbaik berdasarkan hasil pengamatan melalui mikroskop optik yaitu pada sampel dengan penambahan 1% inhibitor.



Gambar 5 Karakterisasi Permukaan menggunakan Scanning Electron Microscopy
(a) sebelum uji perendaman dalam larutan korosif dengan perbesaran 1000x
(b) setelah uji perendaman dalam larutan korosif dengan perbesaran 1000x

Gambar 5 memperlihatkan morfologi permukaan sampel sebelum direndam dalam larutan korosif NaOH terlihat struktur yang halus sehingga dapat dikatakan sebagai lapisan inhibitor yang tersebar merata diseluruh permukaan sampel, terdapat beberapa lubang dan goresan yang diakibatkan oleh proses pengamplasan baja. Pada gambar bagian (b) menunjukkan hasil karakterisasi permukaan baja setelah dilakukan uji perendaman dalam larutan korosif NaOH, dapat dilihat permukaan baja memiliki mikrostruktur yang relatif mirip namun terdapat bagian yang rusak dengan adanya lobang kecil pada permukaan. Permukaan berpori ini menunjukkan bahwa pengikisan yang diakibatkan oleh serangan ion korosif dari NaOH sudah menyebabkan permukaan baja terkorosi.

IV. KESIMPULAN

Sintesis lapisan antikorosi NiSO₄ telah berhasil dilakukan diatas substrat baja komersil menggunakan metode elektrodeposisi dengan memvariasikan konsentrasi inhibitor dalam larutan elektrolit. Laju korosi terendah didapatkan saat penambahan konsentrasi inhibitor sebesar 1,5% yaitu 0,76 Mpy, dengan nilai efisiensi inhibisi ekstrak daun ketapang yang paling optimal sebesar 92,96%. Konsentrasi inhibitor yang menghasilkan lapisan terbaik dengan permukaan paling seragam adalah 1% dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 80,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahlan, D., 2009. Electrodeposition of Cu₂O Particles by Using Electrolyte Solution Containing Glucopone as Surfactant. *Jurnal Ilmu Fisika*. Vol.1, No.2, hal 18-20.
- Dayana, M. 2014. Studi Pengaruh Penambahan Konsentrasi Ekstrak Ubi Jalar Ung (Ipomeae batatas Poiret) Sebagai Green Inhibitor Terhadap Laju Korosi Pada Baja API 5L GRADE B Schedule 40 di Lingkungan NaCl 3,5%. *Diploma Thesis*. Universitas Andalas.
- Dhora, A. 2017. Ekstraksi Tanin pada Daun Ketapang (*Terminalia Cattapa L*) dengan Variasi Pelarut, Konsentrasi Pelarut, dan Lama Waktu Ekstraksi. *Jurnal Mina Sains*, Vol.3 No.2.
- Nugroho, F. (2015). Penggunaan inhibitor untuk meningkatkan ketahanan korosi pada baja karbon rendah. *Angkasa*, 7(1), 151–158.
- Pattireuw, J. Kevin, A.R. Fentje dan Cresano,R. 2013. Analisis Laju Korosi pada Baja Karbon dengan Menggunakan Air Laut dan H₂SO₄. *Jurnal Teknik Mesin*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Swastikawati, A., Si, S., Kusumawati, H., & Muhammad, R. (2014). *Konservasi Logam Dengan Bahan Tradisional*. Balai Konservasi Borobudur. Magelang.
- Wahyuningsih, A. Yayan, S. Siti, A. 2010. Metenamina Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon dalam Lingkungan Sesuai Kondisi Pertambangan Minyak Bumi. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia* ISSN 2087-7412.