

Sintesis Lapisan Antikorosi Menggunakan Tanin dari Kulit Batang Bakau sebagai Inhibitor

Muhammad Frassetia Lubis, Dahyunir Dahlan*

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 6 Januari 2020
Direvisi: 12 Januari 2020
Diterima: 16 Januari 2020

Kata kunci:

Elektrodeposisi
inhibitor korosi
kulit batang bakau
tanin
tembaga (II) sulfat

Keywords:

Electrodeposition
corrosion inhibitor
mangrove bark
tannin
copper (II) sulfate

Penulis Korespondensi:

Dahyunir Dahlan
Email: dahyunir@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah disintesis lapisan antikorosi menggunakan tanin dari kulit batang bakau sebagai inhibitor. Lapisan dibuat dari campuran tembaga (II) sulfat 1 M, asam borat 0,24 M dan akuabides tanpa dan dengan ekstrak kulit batang bakau pada konsentrasi 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5% dan 3% volume dengan metode elektrodeposisi. Larutan NaOH 1 M digunakan sebagai media pengkorosi selama 4,5 jam. Karakterisasi morfologi dilakukan pada sampel terbaik dengan X-Ray Diffractometer (XRD) setelah elektrodeposisi dengan 2,5% volume inhibitor baik sebelum maupun setelah dilakukan pengukuran laju korosi. Perubahan tegangan setelah elektrodeposisi adalah sebesar 0,1 V untuk semua variasi inhibitor. Laju korosi dan efisiensi inhibisi memiliki perubahan signifikan pada 2,5% volume inhibitor. Karakterisasi dengan mikroskop digital memiliki hasil optimum pada pelat baja dengan 2% inhibitor.

Anticorrosion layers have been synthesized using tannins from mangrove bark as inhibitors. The coating was made from a mixture of 1 M copper (II) sulfate, 0.24 M boric acid and aquabides without and with mangrove bark extract at a concentration of 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; 2%; 2.5% and 3% volume by electrodeposition method. 1 M NaOH solution was used as a corroding medium for 4.5 hours. Morphological characterization was performed on the best samples with X-Ray Diffractometer (XRD) after electrodeposition with 2.5% volume inhibitors both before and after corrosion rate measurements. The change in voltage after electrodeposition is 0.1 V for all variations of the inhibitor. Corrosion rate and inhibition efficiency have a significant change in 2.5% volume inhibitors. Characterization with a digital microscope has optimum results on steel plates with 2% inhibitors.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Logam merupakan material penting untuk industri. Hampir seluruh komponen peralatan, mesin dan instrumen dari suatu industri memiliki bahan dasar atau terbuat dari material logam, terutama baja. Baja dalam bidang industri di Indonesia digunakan sebagai bahan pipa pengaliran minyak lepas pantai ke perusahaan, konstruksi jembatan, bahan bangunan, kerangka kendaraan, penggalangan kapal, alat-alat rumah tangga, alat kesehatan dan generator pembangkit listrik.

Material logam memiliki beberapa kelebihan dan kelemahan. Kelebihan material logam berupa kuat dan mudah dibentuk. Sedangkan kelemahan material logam berupa mudah mengalami oksidasi (teroksidasi), ketika logam berinteraksi langsung dengan kelembaban atau lingkungan sekitarnya dan terjadi perubahan bentuk apabila terkena temperatur yang tinggi. Peristiwa perubahan bentuk akibat interaksi dengan lingkungan ini disebut dengan korosi (Yetri, 2015).

Korosi terjadi secara alami yang akan terus terjadi tanpa berhenti selama material logam tersebut mengalami kontak dengan lingkungannya. Namun pengendalian dan minimalisir dampak proses korosi memungkinkan untuk dilakukan dengan berbagai cara (Mahaputri dkk., 2018).

Pencegahan korosi dapat dilakukan dengan membersihkan permukaan baja, tetapi cara ini kurang efektif. Cara efektif dalam mencegah korosi meliputi pelapisan dengan memberikan suatu lapisan sehingga dapat mengurangi kontak antara logam dengan lingkungannya, aliansi logam dengan mencampurkan logam satu dengan logam yang lain, serta penambahan inhibitor dengan senyawa tertentu yang ditambahkan pada larutan elektrolit untuk membatasi interaksi logam. Salah satu proses yang termasuk pelapisan dalam pencegahan korosi adalah proses elektrodeposisi.

Elektrodeposisi banyak digunakan karena tingkat keseragaman lapisan yang dihasilkan lebih baik dan rata-rata kemungkinan terdeposisinya tinggi serta memiliki penerapan yang mudah dan sederhana (Dahlan, 2009). Elektrodeposisi merupakan cara melindungi logam dengan lapisan logam lain yang menggunakan bantuan arus listrik searah, agar menghasilkan permukaan logam dengan sifat yang berbeda dari logam dasar yang dilapisinya. Tujuan metode elektrodeposisi adalah untuk memperbaiki sifat permukaan dan memperindah tampilan material logam tersebut.

Cara lain untuk lebih meminimalisir terjadinya korosi yaitu dengan penambahan inhibitor ke permukaan baja. Inhibitor merupakan pengendali proses laju korosi dengan melakukan penambahan suatu zat kimia dengan jumlah yang sedikit pada suatu lingkungan tertentu sehingga dapat menurunkan laju korosinya. Inhibitor bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja. Kelebihan penambahan inhibitor dalam pencegahan korosi antara lain akan meningkatkan polarisasi anoda, katoda dan bahan tahanan listrik dari sirkuit oleh pembentukan lapisan tebal pada permukaan logam (Haryono dkk., 2010).

Penelitian yang telah dilakukan dengan penggunaan ekstrak tumbuhan sebagai inhibitor adalah inhibisi korosi dan pemulihan sifat mekanik baja lunak yang menggunakan ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) dengan metode elektrodeposisi (Yetri, 2015). Beberapa inhibitor yang ramah lingkungan misalnya ekstrak *aningeria robusta* (Obot dkk., 2011), ekstrak *camellia sinensis* (Loto, 2011) inhibitor ekstrak kulit buah kakao (Tissos dkk., 2018). Selain itu, penelitian mengenai pengaruh inhibitor dengan ekstrak kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) dan pomace anggur putih dengan metode elektrokimia juga telah dilakukan untuk mengatasi korosi (Gambier dkk, 2018). Kelebihan bakau sebagai inhibitor adalah jumlahnya yang melimpah di Indonesia dengan potensi pembudidayaan untuk menghindari dampak lingkungan dari kekurangan bakau di alam.

Terdapat 2.900.000 hektar hutan bakau di pesisir Indonesia pada tahun 2000 sampai 2005. Jumlah ini mewakili 23% dari keseluruhan ekosistem bakau dunia. Ekosistem bakau regional Indonesia yang penting terdapat di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Pohon bakau di Indonesia memiliki karakteristik dengan tinggi pohon yang bisa mencapai 50 meter, pohonnya padat dan akar yang berkelindan keluar dari batang pohon (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2007).

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan inhibitor dari ekstrak kulit batang bakau (*Rhizophora apiculata*) yang digunakan sebagai campuran larutan elektrolit dalam pelapisan substrat baja dengan pelapis tembaga (Cu) menggunakan metode elektrodeposisi. Pembuatan inhibitor dengan bahan tersebut diharapkan dapat meminimalisir terjadinya korosi pada baja.

II. METODE

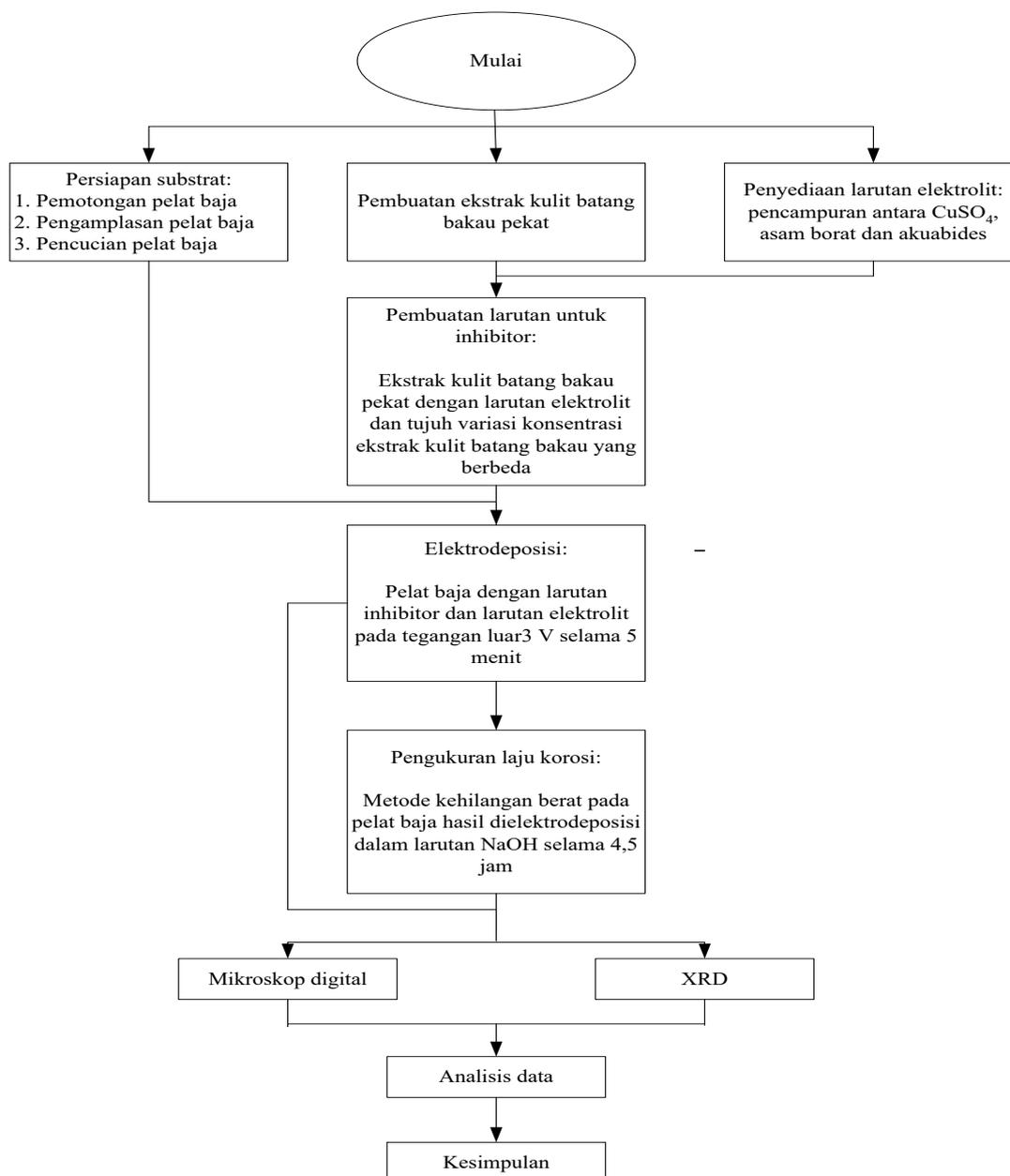
2.1 Persiapan Sampel

Pelat baja dengan tebal 1 mm dipotong dengan ukuran panjang 2 cm dan lebar 1 cm. Permukaan baja dihaluskan dengan kertas amplas hingga permukaannya benar-benar halus. Untuk membersihkan kotoran seperti minyak, lemak, dan karat yang menempel pada permukaan, baja tersebut direndam dalam akuades pada suhu ruang selama 1 sampai 3 menit. Kemudian baja dikeringkan dengan didiamkan selama 1 hari. Terakhir baja tersebut disimpan di dalam wadah sampel.

2.2 Pembuatan Ekstrak Kulit Batang Bakau Pekat

Kulit batang dikeringkan dengan didiamkan selama 14 hari, kemudian setelah kering batang bakau dipotong menjadi serbuk dengan menggunakan mesin gerinda. Serbuk kulit batang bakau dimaserasi selama 3 hari dan setiap harinya diaduk..

Larutan elektrolit yang digunakan terdiri dari campuran zat terlarut antara CuSO_4 , H_3BO_3 dalam pelarut akuabides sebanyak 200 mL. Kemudian larutan tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu kamar. Larutan elektrolit ini juga merupakan inhibitor tanpa penambahan ekstrak kulit batang bakau.



Gambar 1 Diagram alir prosedur penelitian lengkap

2.3 Proses Elektrodeposisi Baja dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Batang Bakau

Proses elektrodeposisi dilakukan dengan pencampuran ekstrak kulit batang bakau pekat dengan larutan elektrolit pada tegangan luar sebesar 3 V selama 5 menit. Variasi konsentrasi ekstrak kulit batang bakau dalam larutan elektrolit terdiri dari 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; 2,5% dan 3% yang dianggap sebagai tujuh jenis inhibitor. Kemudian satu pelat baja/sampel dilihat morfologi dari permukaan pelat baja dengan menggunakan mikroskop Digital, sedangkan yang lainnya dilanjutkan ke tahap pengukuran laju korosi.

2.4 Pengukuran Laju Korosi

Pengukuran laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat. Metode kehilangan berat diawali dengan pembuatan larutan korosif dengan mencampurkan zat terlarut NaOH sebanyak 2 gram dalam 50 mL akuades. Pelat baja yang telah dielektrodeposisi kemudian direndam dalam larutan NaOH selama 4,5 jam. Metode penelitian selengkapnya seperti pada Gambar 1.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Perubahan Tegangan Elektrodeposisi

Pengaruh konsentrasi inhibitor yang disertai ekstrak kulit batang bakau terhadap perubahan tegangan ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa perubahan tegangan antara tegangan sebelum dan sesudah elektrodeposisi adalah sama sebesar 0,1 V untuk setiap perubahan konsentrasi.

Tabel 1 Hasil perubahan tegangan sebelum dan setelah elektrodeposisi pada variasi konsentrasi inhibitor yang disertai ekstrak kulit batang bakau

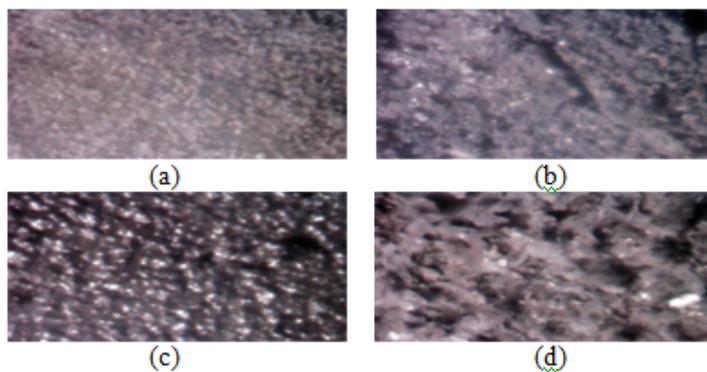
Konsentrasi dalam % volume	Tegangan (V)	
	Awal	Akhir
0%	0,2	0,1
0,5%	0,2	0,1
1%	0,3	0,2
1,5%	0,3	0,2
2%	0,6	0,5
2,5%	0,5	0,4
3%	0,5	0,4

Perubahan tegangan dipengaruhi oleh ion-ion dalam larutan elektrolit selama elektrodeposisi. Larutan elektrolit terdiri ion-ion yang berbeda muatan dan bergerak bebas. Bila penghantar dihubungkan dengan sumber tegangan listrik maka arus listrik dan elektron akan mengalir dalam rangkaian. Arus listrik mengalir dalam rangkaian dari katoda menuju anoda. Sedangkan elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Elektron yang bermuatan negatif menyebabkan ion-ion positif di anoda akan bergerak menuju katoda. Mengalir kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda. Hal inilah yang menyebabkan perubahan tegangan dan membuktikan bahwa reaksi oksidasi-reduksi terjadi pada proses ini.

3.2 Hasil Pengamatan Morfologi Mikroskop Digital

Hasil pengamatan morfologi dengan mikroskop Digital ditampilkan pada Gambar 2. Pengamatan dilakukan dengan perbesaran 100x untuk permukaan pelat baja yang telah dielektrodeposisi tanpa direndam dengan penambahan variasi konsentrasi inhibitor korosi pada tegangan 3 V dan waktu 5 menit.

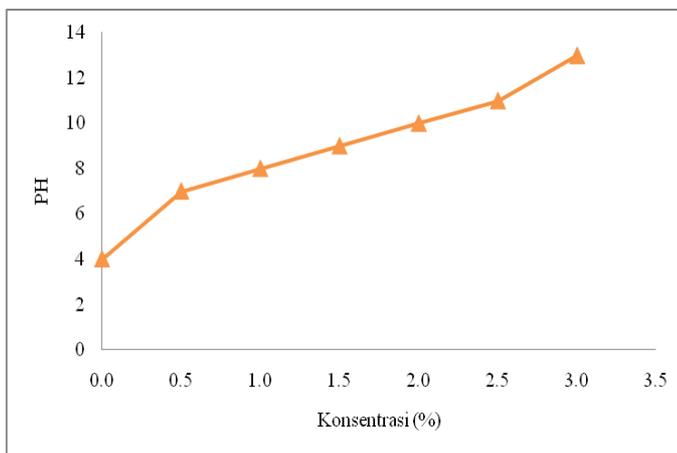
Morfologi permukaan pelat baja tanpa inhibitor dihasilkan lapisan merata serta butiran yang dihasilkan sedikit yang merupakan butiran partikel tembaga (Cu) yang mulai terbentuk. Morfologi permukaan pelat baja dengan penambahan 1% dihasilkan deposisi masih halus dan merata serta tidak terjadi penumpukan material. Morfologi permukaan pelat baja dengan penambahan 2% volume inhibitor dihasilkan deposisi tidak halus dan merata, terjadi penumpukan material serta terdapat gumpalan di beberapa bagian hasil deposisi. Morfologi permukaan pelat baja dengan penambahan 3% volume inhibitor dihasilkan deposisi masih halus dan merata, tidak terjadi penumpukan material dan terdapat gumpalan di beberapa bagian hasil deposisi.



Gambar 2 Morfologi permukaan pelat baja yang telah dielektrodeposisi tanpa direndam (a) 0% volume inhibitor, (b) 1% volume inhibitor, (c) 2% volume inhibitor, (d) 3% volume inhibitor

3.3 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Perubahan pH Larutan

Gambar 3 menunjukkan hubungan yang linier antara pertambahan konsentrasi inhibitor dengan pertambahan pH. Semakin besar konsentrasi inhibitor, maka larutan akan semakin bersifat basa. Semakin asam larutan, ion hidrogennya semakin tinggi dan hantaran arus dari anoda ke katoda semakin besar sehingga semakin banyak ion-ion pelapis yang didistribusikan ke katoda.

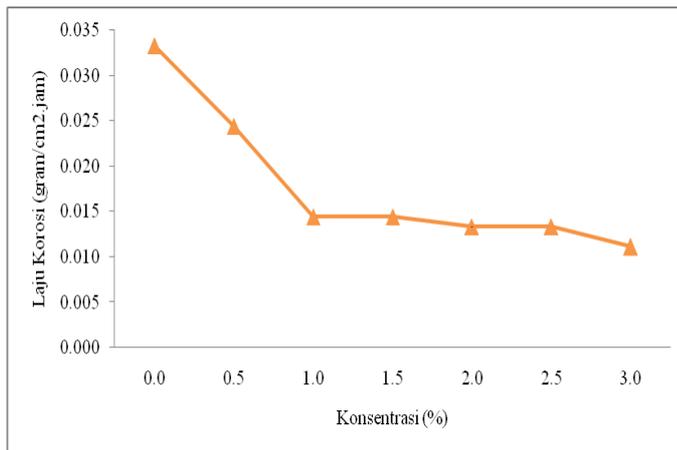


Gambar 3 Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap perubahan pH larutan sebelum dielektrodeposisi

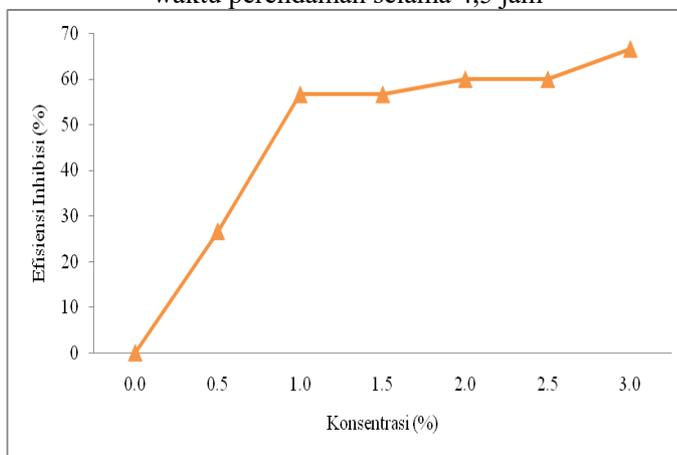
3.4 Pengukuran Korosi dan Efisiensi Inhibisi

Hasil pengukuran korosi dapat dilihat pada Gambar 4 dan hasil efisiensi inhibisi dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 4 memperlihatkan semakin besar konsentrasi inhibitor maka korosinya juga semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin banyak inhibitor yang ditambahkan, semakin banyak pula ekstrak kulit batang bakau yang teradsorpsi pada permukaan pelat baja sehingga lapisan yang terbentuk di permukaan pelat baja mampu menghambat korosi pada permukaan pelat baja, sehingga korosi baja dapat dihambat. Permukaan pelat baja yang direndam pada larutan NaOH selama selang waktu 4,5 jam menyebabkan massa permukaan pelat baja semakin berkurang dari massa awal sebelum direndam pada larutan NaOH. Selain itu, adanya senyawa tanin yang ada dalam ekstrak kulit batang bakau dapat membentuk senyawa kompleks dengan Fe (III) di permukaan logam sehingga korosi akan menurun.

Gambar 5 memperlihatkan semakin besar konsentrasi inhibitor maka efisiensi inhibisi juga semakin besar. Hal ini disebabkan semakin banyak konsentrasi inhibitor yang ditambahkan, semakin kecil pula korosi permukaan pelat baja dalam selang waktu tertentu daripada korosi sebelum ditambahkan dengan inhibitor.



Gambar 4 Laju korosi permukaan pelat baja dalam NaOH 1 M terhadap konsentrasi inhibitor dengan waktu perendaman selama 4,5 jam



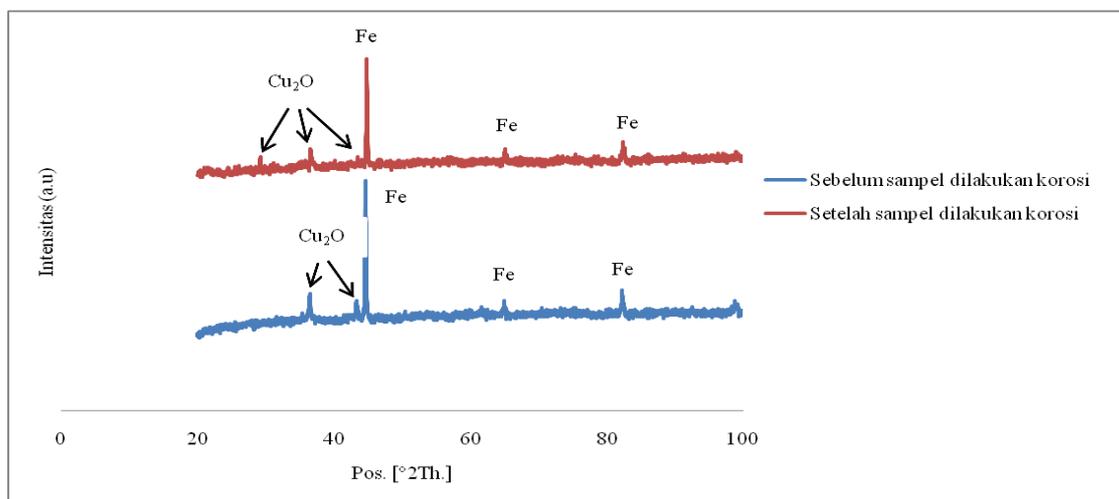
Gambar 5 Morfologi permukaan pelat baja yang belum dielektrodeposisi maupun direndam

3.5 Hasil Karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD)

Hasil karakterisasi XRD dilakukan untuk dua sampel pelat baja 2,5% volume inhibitor yang disertai dengan penambahan ekstrak kulit batang bakau baik sebelum dan setelah direndam pada larutan NaOH selama 4,5 jam. Hasil karakterisasi XRD untuk kedua pelat baja sebelum dan setelah direndam dapat dilihat pada Gambar 6.

Beberapa *peak* menyusun pola difraksi XRD. Sumbu y menggambarkan intensitas *peak* dan sumbu x menggambarkan sudut difraksi yang terukur. Setiap *peak* pada pola difraksi terjadi akibat sinar X yang terdifraksi dari bidang dalam material yang diuji XRD. Masing-masing besar intensitas pada setiap *peak* adalah berbeda. Hubungan intensitas yang terjadi dengan jumlah foton sinar X yang telah terdeteksi oleh detektor untuk setiap sudut.

Gambar 5 menunjukkan bahwa puncak difraksi muncul lebih banyak pada bagian grafik sebelum direndam. Hal ini membuktikan terkikisnya lapisan permukaan Cu₂O ketika dilakukan pengukuran laju korosi. Puncak Fe yang merupakan material penyusun pelat baja semakin banyak setelah dilakukan proses korosi yang menunjukkan semakin tergoresnya lapisan anti korosi (Cu₂O).



Gambar 6 Pola difraksi lapisan CuSO_4 pada lapisan pelat baja dengan penambahan 2,5% inhibitor yang disertai ekstrak kulit batang bakau setelah dielektrodeposisi baik sebelum dan setelah direndam menggunakan larutan NaOH

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, lapisan antikorosi Cu_2O telah berhasil disintesis sebagai lapisan antikorosi di atas substrat Fe (besi). Laju korosi dan efisiensi inhibisi yang paling optimal adalah 2,5% volume inhibitor. Hasil mikroskop digital menunjukkan bahwa hasil paling optimal adalah sampel dengan inhibitor 2% volume. Laju korosi paling optimal didapatkan pada konsentrasi inhibitor 2,5% karena didapatkan laju korosi yang cukup besar dan permukaan lapisan yang paling halus.

Dahlan, D., "Electrodeposition of Cu_2O Particles by Using Electrolyte Solution Containing Glucopone as Surfactant", *Jurnal Ilmiah Fisika* **1(2)**, 18-20 (2009).

Food and Agriculture Organization of the United Nations, *The World's Mangroves 1980-2005* (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2007), hal 24-25.

Gambier, F., Shah, A.M., Hussin, M.H., Ibrahim, M.N.M., Rahim, A.A., Brosse, N., "Condensed Tannins from Mangrove and Grape Pomace as Renewable Corrosion Inhibitors and Wood Adhesive", *Journal of Advanced Chemical Engineering* **8(1)**, 1-8 (2018).

Haryono, G., Sugiarto, B., Farid, H., Tanoto, Y., 2010, "Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Yogyakarta, 2016.

Loto, C.A., "Inhibition Effect of Tea (*Camellia Sinensis*) Extract on the Corrosion of Mild Steel in Dilute Sulphuric Acid", *Journal of Materials and Environmental Science* **2(4)**, 335-344 (2011).

Mahaputri, S.A., Dahlan, D., Yetri, Y., "The Use of Cacao Peels Extract (*Theobroma Cacao*) as the Corrosion Inhibitor on Steel Layers Electrodeposition", *Petrochemical Science* **5(3)**, 1-5 (2018).

Obot, I.B., Umoren, S.A., Obi-Egbedi, N.O., "Corrosion Inhibition and Adsorption Behaviour for Aluminum by extract of *Aningeria robusta* in HCL solution: Synergistic Effect of Iodide Ions", *Journal of Materials and Environmental Science* **2(1)**, 60-71 (2011).

Tissos, N.P., Dahlan, D., Yetri, Y., "Synthesis of Cuprum (Cu) Layer by Electrodeposition Method with *Theobroma Cacao* Peels as Corrosion Protector of Steel", *Advance Science Engineering Information Technology* **8(4)**, 1290-1295 (2018).

Yetri, Y., "Inhibisi Korosi dan Pemulihan Sifat Mekanik Baja Lunak Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dalam Media Asam", *Disertasi S3*, Universitas Andalas, 2015.