

Ekstrak Kulit Batang Bakau Sebagai Inhibitor Korosi Baja Komersil

Tantri Marelita Aini, 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: 29 Januari 2021

Direvisi: 07 Februari 2021

Diterima: 08 Februari 2021

Kata kunci:

elektrodeposisi
inhibitor korosi
kulit batang bakau
nikel (II) sulfat
tanin

Keywords:

electrodeposition
corrosion inhibitor
mangrove bark
nickel (II) sulfat
tannins

Penulis Korespondensi:

Dahyunir Dahlan

Email: dahyunir@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ekstrak kulit batang bakau sebagai inhibitor korosi baja komersil. Penelitian ini menghasilkan lapisan pada permukaan baja menggunakan metode elektrodeposisi. Lapisan dibuat dari pelarutan Nikel (II) sulfat 1M, asam borat 0,24 M dan aquades dengan tambahan ekstrak kulit batang bakau pada konsentrasi 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% volume. Baja dielektrodeposisi selama 3 Menit dengan tegangan 3V. Baja terkorosi dalam larutan NaOH 1 M selama 4,5 jam. Karakterisasi menggunakan mikroskop optik untuk semua sampel dan karakterisasi *X-Ray Diffractometer* (XRD) untuk sampel terbaik yaitu sampel yang telah dielektrodeposisi dengan konsentrasi inhibitor 2% sebelum dan sesudah korosi. Laju korosi diukur menggunakan metode kehilangan massa, dimana kehilangan massa baja berbanding lurus dengan laju korosi. Penambahan konsentrasi ekstrak kulit batang bakau dapat mengurangi kehilangan massa pada baja dan meningkatkan efisiensi inhibisi. Efisiensi inhibisi paling besar yaitu 83% dengan penambahan 2% inhibitor. Karakterisasi menggunakan mikroskop optik menunjukkan baja dengan konsentrasi 2% adalah yang paling optimum karena tidak tergerus, tidak terbentuk endapan korosi dan permukaannya masih dalam keadaan halus setelah direndam dalam media korosif.

Research on the effect of mangrove stem bark extract as an inhibitor of commercial steel corrosion has been conducted. This research produces a coating on the steel surface using the electrodeposition method. The coating was made from dissolving 1M nickel (II) sulfate, 0.24 M boric acid and distilled water with the addition of mangrove bark extract at a concentration of 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; 2% and 2.5% by volume. Steel was electrodeposited for 3 minutes with a voltage of 3V. The steel corroded in 1 M NaOH solution for 4.5 hours. Characterization using an optical microscope for all samples and characterization of the X-Ray Diffractometer (XRD) for the best sample, namely samples that have been electrodeposited with 2% inhibitor concentration before and after corrosion. The corrosion rate was measured using the weight loss method, where the weight loss of steel is directly proportional to the corrosion rate. Increasing the concentration of mangrove bark extract can reduce weight loss in steel and increase inhibition efficiency. The greatest inhibition efficiency was 83% with the addition of 2% inhibitor. Characterization using an optical microscope shows that steel with a concentration of 2% is the most optimum because it is not eroded, no corrosion deposits are formed and the surface is still in a smooth state after immersing in corrosive media.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak rekayasa material dan teknologi menggunakan material logam. Salah satu material logam yang banyak digunakan adalah baja. Baja merupakan material yang kuat, memiliki daktilitas yang bagus, serta mudah didapatkan. Disamping banyaknya kelebihan, material ini juga memiliki kelemahan yaitu mudah teroksidasi atau biasa disebut korosi (Mahaputri dkk., 2018). Korosi merupakan proses kerusakan material yang terjadi akibat adanya reaksi kimia antara suatu logam dengan zat pada lingkungan yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan. Senyawa yang dihasilkan dapat mengurangi kualitas bahan, mencelakakan penggunaannya, serta mengakibatkan kerugian ekonomi (Sulistyaningsih dkk., 2018). Sebab itu dibutuhkan upaya untuk mengendalikan laju korosi.

Pengendalian laju korosi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu pemilihan material, pelapisan, dan proteksi katodik (Beumer, 1985). Pemilihan bahan dilakukan dengan memilih bahan yang cocok dengan lingkungan sehingga dapat meminimalisir terjadinya korosi. Pelapisan dilakukan dengan melapisi logam baik dengan material logam maupun non logam. Proteksi katodik dilakukan dengan menjadikan logam yang akan dilindungi bersifat katodik. Namun proteksi katodik dapat menimbulkan masalah baru seperti arus sesat yang dapat mencelakai logam lain disekitar logam yang dilindungi (Riadi, 2019). Pengendalian korosi logam menggunakan metode pelapisan lebih efektif dan mudah dilakukan karena dapat memisahkan permukaan baja dari lingkungan serta dapat meningkatkan nilai keindahan, salah satunya dengan elektrodeposisi.

Elektrodeposisi dapat menghasilkan keseragaman ketebalan pada pelapisan di semua sisi tanpa pengerjaan akhir yang mahal. Ukuran partikel dapat dikontrol dengan komposisi larutan, pH, kondisi hidrodinamik dan bentuk arus yang digunakan (Dahlan dkk., 2005). Selain melapisi, penambahan inhibitor korosi juga dapat memperlambat laju korosi.

Inhibitor korosi dapat menghambat reaksi kimia sehingga dapat memperlambat laju korosi. Inhibitor korosi ada dua jenis, yaitu organik dan anorganik. Inhibitor organik lebih efektif untuk digunakan karena ketersediaannya melimpah di alam sehingga mudah untuk didapatkan dan aman untuk lingkungan karena terbuat dari ekstrak tanaman (Setiawan dkk., 2018). Beberapa bahan organik telah digunakan sebagai inhibitor korosi seperti ekstrak kulit buah kakao dan ekstrak kulit batang bakau.

Tissos dkk. (2018) meneliti ekstrak kulit buah kakao sebagai inhibitor korosi pada proses elektrodeposisi pelapisan baja. Berdasarkan uji korosi diperoleh nilai efisiensi inhibisi inhibitor ekstrak kulit buah kakao sebesar 69,4% dengan penambahan inhibitor 1% dan sebesar 81,9% dengan penambahan inhibitor 1,5%. Penambahan inhibitor 1% memiliki morfologi permukaan paling halus dan rata. Hasilnya menunjukkan inhibitor ekstrak kulit buah kakao dapat mengurangi serangan korosi pada permukaan baja dalam media korosif HCl 1N.

Yetri dkk. (2019) melakukan elektrodeposisi lapisan nikel di atas substrat baja dengan tambahan inhibitor korosi dari ekstrak kulit buah kakao. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan tegangan akan menambah ketebalan lapisan yang terbentuk. Morfologi permukaan paling baik didapatkan pada tegangan 3V dengan konsentrasi inhibitor 1%. Penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao membuat morfologi permukaan baja menjadi lebih halus dan rata.

Pohon bakau banyak ditemui di alam dan saat ini pemanfaatannya hanya sebagai arang dan tiang bangunan. Pohon bakau mengandung banyak tanin pada kulit batangnya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi logam. Lubis dkk. (2020) menyintesis lapisan antikorosi menggunakan tanin kulit batang bakau sebagai inhibitor. Efisiensi inhibisi tertinggi adalah 70% pada penambahan inhibitor dengan konsentrasi 3%. Morfologi permukaan paling halus dan rata dimiliki baja dengan penambahan 2% inhibitor.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit batang bakau sebagai penghambat laju korosi baja komersil dengan melapisi baja menggunakan metode elektrodeposisi selama 3 menit dengan tegangan 3 V. Inhibitor ekstrak kulit batang bakau ditambahkan sebagai campuran larutan elektrolit dalam pelapisan baja dengan pelapis nikel (Ni). Setelah dielektrodeposisi baja direndam dalam media korosif NaOH selama 4,5 jam. Laju korosi diukur menggunakan metode kehilangan massa.

II. METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate magnetic stirrer* tipe IKA C-MAG HS 7, *power supply* tipe Zhaoxin MPS-305D, 1 set peralatan elektrodeposisi, gelas kimia, *rotary evaporator* tipe IKA RV 8V, timbangan digital tipe CHQ aj3002b, mikroskop optik tipe Mitra Digital MD 3000 Binokuler dan *X-Ray Diffraction (XRD)* tipe X'Pert Pro PANalytical PW 3040/60. Bahan yang digunakan adalah Nikel (II) sulfat (NiSO_4), asam borat (H_3BO_3), pelat baja tipe AISI 1020, kulit batang bakau, aquades, etanol, larutan natrium hidroksida (NaOH), air (H_2O), kertas saring, dan kertas amplas.

2.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah plat baja dengan ketebalan 1 mm. Baja dipotong dengan panjang 2 cm dan lebar 1 cm. Baja yang sudah dipotong di ratakan permukaannya menggunakan kertas amplas 500, 1500 dan 2000 mesh. Setelah di amplas baja dipoles menggunakan kain hingga mengkilap. Baja kemudian dibersihkan dari kotoran seperti minyak, lemak dan karat dengan cara direndam dalam aquades selama 3 menit pada suhu ruang. Kemudian baja dikeringkan dengan didiamkan selama 1 hari dan disimpan dalam wadah sampel.

2.2 Pembuatan Ekstrak Kulit Batang Bakau

Kulit batang bakau dikeringkan dengan didiamkan selama 25 hari dalam suhu ruang. Setelah dikeringkan, kulit batang bakau digerinda hingga berbentuk serbuk. Serbuk kulit batang bakau dimaserasi dengan memasukkan sebanyak 200 g serbuk ke dalam botol tertutup ukuran 2500 mL dan ditambahkan etanol sebanyak 1200 mL serta air sebanyak 500 mL yang didiamkan dan diaduk 5 menit per 12 jam selama 3 hari. Setelah 3 hari larutan hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring $0,45 \mu\text{m}$. Larutan yang sudah disaring dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil pemekatan inilah yang digunakan sebagai inhibitor.

2.3 Pembuatan Larutan Elektrolit dan Media Korosif

Larutan elektrolit dibuat dengan melarutkan 20 g NiSO_4 dan 3 g H_3BO_3 kedalam 200 mL aquades dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu kamar. Media korosif digunakan sebagai bahan uji pada pengukuran laju korosi. Media korosif dibuat dengan melarutkan 2 g NaOH kedalam 50 mL aquades.

2.4 Proses Elektrodeposisi

Proses elektrodeposisi dimulai dengan mencampurkan larutan elektrolit dan inhibitor ekstrak kulit batang bakau. Konsentrasi inhibitor divariasikan menjadi enam yaitu 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%. Setiap variasi menggunakan 2 sampel. Kemudian proses elektrodeposisi dilakukan selama 3 menit dengan tegangan 3 V. Arus awal pada saat menghidupkan catu daya dan arus akhir saat akan mematikan catu daya dicatat untuk mengetahui perubahan arus saat proses elektrodeposisi. Setelah proses elektrodeposisi selesai satu sampel dilihat morfologi permukaannya menggunakan mikroskop optik, dan sampel lainnya diukur laju korosinya.

2.5 Pengukuran Laju Korosi

Baja yang sudah dielektrodeposisi direndam kedalam media korosif selama 4,5 jam. Massa baja sebelum dan sesudah direndam dalam media korosif diukur menggunakan timbangan digital. Laju korosi diukur menggunakan metode kehilangan massa, yaitu dengan membandingkan massa baja sebelum dan setelah terpapar media korosif.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Perubahan Arus Pada Proses Elektrodeposisi

Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak kulit batang bakau terhadap perubahan arus dapat dilihat pada Tabel 1. Konsentrasi inhibitor ekstrak batang bakau mempengaruhi arus pada proses elektrodeposisi. Arus berbanding lurus dengan konsentrasi inhibitor, semakin tinggi konsentrasi inhibitor pada larutan elektrolit arus yang dihasilkan juga semakin besar. Penambahan konsentrasi inhibitor dapat meningkatkan jumlah arus sehingga dapat mempercepat terbentuknya lapisan anti korosi dan akan memberikan lapisan yang lebih tebal (Darmawi, 2018). Ion-ion pada larutan elektrolit menyebabkan adanya perubahan arus pada proses elektrodeposisi. Saat arus listrik dialirkan ke dalam

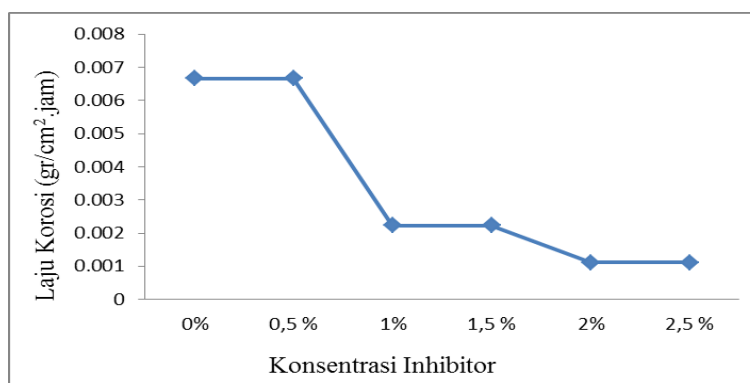
larutan elektrolit, ion positif akan menangkap elektron dan ion negatif akan melepaskan elektron, sehingga terjadi reaksi reduksi-oksidasi yang membentuk lapisan anti korosi dan menyebabkan perubahan arus.

Tabel 1 Arus sebelum dan sesudah elektrodeposisi dengan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kulit batang bakau

Konsentrasi dalam % volume	Arus (A)		Perubahan Arus (A)
	Awal	Akhir	
0	0,025	0,021	0,004
0,5	0,026	0,022	0,004
1	0,029	0,025	0,004
1,5	0,033	0,028	0,005
2	0,037	0,032	0,005
2,5	0,038	0,032	0,006

3.2 Pengukuran Laju Korosi

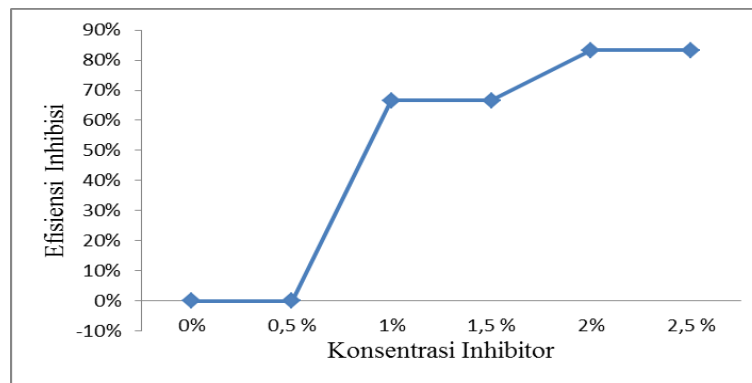
Laju korosi diukur menggunakan metode kehilangan massa. Massa baja yang diukur adalah massa sebelum dan sesudah perlakuan korosi setelah proses elektrodeposisi baja. Hasil pengukuran laju korosi dapat dilihat pada Gambar 1. Laju korosi dengan penambahan inhibitor ekstrak kulit batang bakau lebih kecil daripada laju korosi tanpa penambahan inhibitor. Laju korosi menurun dengan adanya penambahan inhibitor. Senyawa tanin pada inhibitor dapat membentuk kompleks di permukaan baja yang membuat laju korosi pada permukaan baja menurun. Kompleks ini akan menghalangi serangan ion-ion korosif pada permukaan baja sehingga laju korosi baja menurun. Baja dengan konsentrasi inhibitor 0,5% tidak mengalami penurunan laju korosi diakibatkan lapisan Fe-tanin ekstrak tidak bisa menutupi seluruh permukaan baja, sehingga pada bagian yang tidak tertutupi dapat ter-ion dan mengalami korosi.



Gambar 1 Laju korosi pada permukaan baja setelah direndam dalam larutan NaOH 1 M selama 4,5 jam terhadap konsentrasi inhibitor

3.3 Efisiensi Inhibisi

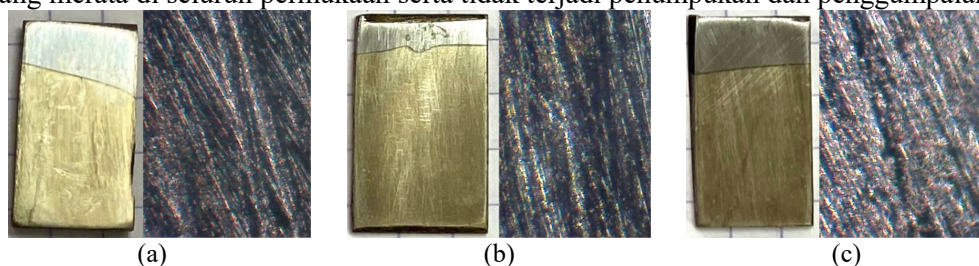
Nilai efisiensi inhibisi bergantung pada besar laju korosi, dimana semakin kecil laju korosi maka efisiensi inhibisi akan semakin tinggi. Hubungan antara efisiensi inhibisi dengan konsentrasi inhibitor dapat dilihat pada Gambar 2. Efisiensi inhibisi cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi inhibitor. Baja tanpa penambahan inhibitor serta baja dengan konsentrasi inhibitor 0,5% memiliki efisiensi inhibisi yang sangat rendah yaitu 0%. Efisiensi inhibisi paling tinggi yaitu 83% terjadi saat penambahan inhibitor dengan konsentrasi 2% dan 2,5% dimana pada konsentrasi ini baja setelah direndam pada media korosif selama 4,5 jam mengalami kehilangan massa paling sedikit. Pada konsentrasi 1% dan 1,5% diperoleh efisiensi inhibisi sebesar 67%.



Gambar 2 Efisiensi inhibisi permukaan pelat baja setelah direndam dalam larutan NaOH 1M selama 4,5 jam terhadap konsentrasi inhibitor

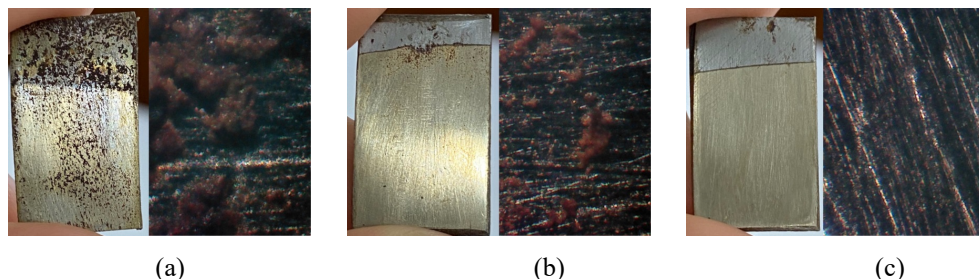
3.4 Hasil Pengamatan Morfologi Mikroskop Optik

Morfologi permukaan baja diamati menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100 kali. Baja yang diamati permukaannya adalah baja setelah proses elektrodposisi yang belum direndam dalam media korosif serta baja yang telah di elektrodposisi dan sudah direndam dalam media korosif. Morfologi permukaan baja yang sudah dielektrodposisi namun belum direndam dalam media korosif dapat dilihat pada Gambar 3. Morfologi permukaan baja yang telah dielektrodposisi menghasilkan lapisan yang merata di seluruh permukaan serta tidak terjadi penumpukan dan penggumpalan.



Gambar 3 Morfologi permukaan baja yang telah dielektrodposisi namun belum direndam dalam media korosif (a) konsentrasi 0%, (b) konsentrasi 1% dan (c) konsentrasi 2 %

Morfologi permukaan baja setelah elektrodposisi dan sudah direndam dalam larutan media korosif dapat dilihat pada Gambar 4. Morfologi permukaan baja tanpa inhibitor tampak mengalami korosi, karena pada permukaan terbentuk endapan korosi. Baja yang ditambah inhibitor dengan konsentrasi 1% mengalami pengendapan korosi pada beberapa permukaannya setelah direndam dalam media korosif. Baja dengan penambahan inhibitor sebanyak 2% permukaannya terlihat masih rata, tidak mengalami pengikisan, serta tidak terjadi pengendapan korosi setelah direndam dalam media korosif.



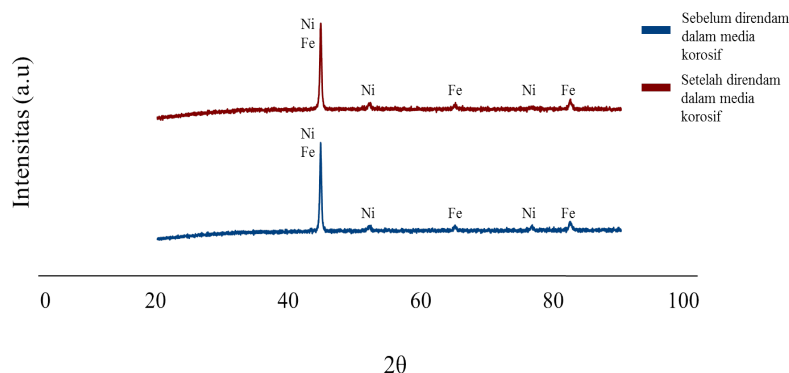
Gambar 4 Morfologi permukaan baja yang telah dielektrodposisi dan sudah direndam dalam media korosif (a) konsentrasi 0%, (b) konsentrasi 1% dan (c) konsentrasi 2%

3.5 Hasil Karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD)

Uji XRD dilakukan pada baja terbaik yang tidak memiliki ciri-ciri korosi dan mengalami kehilangan massa paling kecil. Baja yang diuji yaitu baja yang dielektrodposisi dengan penambahan konsentrasi 2% inhibitor. Uji XRD untuk baja sebelum dan sesudah direndam dalam media korosif

selama 4,5 jam. Hasil karakterisasi XRD berbentuk difraktogram antara sudut 2θ dan intensitas. Sudut 2θ yang digunakan berada dalam rentang 20° sampai 90° .

Pola difraksi XRD baja setelah elektrodeposisi dengan penambahan inhibitor 2% sebelum dan setelah direndam dalam media korosif dapat dilihat pada Gambar 5. Pola difraksi yang dihasilkan baja sebelum dan sesudah direndam dalam media korosif mempunyai puncak yang identik pada sudut 2θ . Hal ini menunjukkan bahwa baja dengan penambahan 2% inhibitor ekstrak kulit batang bakau tidak mengalami perubahan fasa setelah direndam dalam media korosif selama 4,5 jam. Hal ini berarti bahwa penambahan ekstrak kulit batang bakau pada proses pelapisan baja dengan nikel menghasilkan lapisan yang lebih tahan terhadap serangan korosi.



Gambar 5 Pola difraksi XRD baja setelah elektrodeposisi dengan penambahan 2% inhibitor sebelum dan sesudah korosi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penambahan ekstrak kulit batang bakau sebagai inhibitor dapat menghambat laju korosi pada baja. Laju korosi cenderung menurun seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor. Efisiensi inhibisi paling besar didapat setelah penambahan 2% inhibitor karena mengalami kehilangan massa paling sedikit. Permukaan paling rata dan halus diperoleh dengan penambahan 2% inhibitor. Laju korosi paling optimal adalah baja dengan penambahan 2% inhibitor karena mengalami kehilangan massa yang sedikit serta memiliki permukaan yang halus dan tidak terbentuk endapan korosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayuseno, A.P., 2009, 'Analisa Laju Korosi pada Baja untuk Material Kapal dengan dan tanpa Perlindungan Cat', *Jurnal Rotasi*, Vol. 11, No. 3, hal. 32-37.
- Beumer, B.J.M, 1985, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid I, (diterjemahkan oleh: Matonondang), Nusantara Karya Aksara, Jakarta, hal. 104.
- Dahlan, D., Daud, A. R., Radiman, S., Yahya, R., 2005, 'Pengendapan Lapisan Tipis Nikel dan Sifat Korosinya', *Paksi Jurnal*, hal. 73-78.
- Dahlan, D., Khatijah, S., Ade, U. B., Abdil, B., Akrajas, A. A., 2017, Synthesis of two-dimensional nanowall of Cu-Doped TiO_2 and its Application as Photoanode in DSSCs, *Physica E, Elsevier*, Vol. 91, hal. 185-189.
- Darmawi, 2018, *Buku Pendukung Perkuliahan Pengendalian Korosi dan Perlakuan Permukaan Pelapisan Logam*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Jones, D. A., 1992, *Principles and Prevention of Corrosion*, Maxwell Macmillan International Pub. Group, New York.
- Kartikanigsih, D., Arwan, M. A. B., Danarto, Y.C., 2011, 'Pengambilan Tanin dari Kulit Kayu Bakau dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Logam Berat Cuprum (Cu) dan Timbal (Pb)', *Ekuilibrum*, Vol. 10, No. 7, hal 37-41.
- Lubis, M. F., Dahlan, D., 2020, 'Sintesis Lapisan Antikorosi menggunakan Tanin dari Kulit Batang Bakau sebagai Inhibitor', *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 9, No. 2, hal 277-283.

- Mahaputri, S. A., Dahlan, D., Yetri, Y., 2018, 'The Use of Cacao Peels Extract (*Theobroma cacao*) as the Corrosion Inhibitor on Steel Layers Electrodeposition', *Recent Advances in Petrochemical Science*, Vol. 5, No. 3, hal 1-5.
- Setiawan, A., Mayangsari, N., E., Dermawan, D., 2018, 'Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembakau sebagai Inhibitor Korosi pada Logam Baja Karbon dan Aluminium', *Chemical Engineering Research Article*, Vol. 1, No. 2, hal 82-91.
- Sidiq, M. F., 2013, Analisa Korosi dan Pengendaliannya, *Jurnal Foundry*, Vol. 3, No. 1, hal 25-30.
- Sulistyaningsih, E., Lestari, N., 2018, 'Pengaruh Komposisi Material Komposit Pani-TiO₂ yang Disintesis secara Elektrodeposisi terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah', *Fullerene Journ Of Chem*, Vol. 3, No. 2, hal 52-57.
- Tissos, N. P., Dahlan, D., Yetri, Y., 2018, 'Syntesis of Cuprum (Cu) Layer by Electrodeposition Method *Theobroma Cacao* Peels as Corrosion Protector of Steel', *Advanced Science Engineering Information Technology*, Vol. 8, No. 4, hal 1290-1295.
- Yetri, Y., Mahaputri, S. A., Dahlan, D., 2019, 'Sintesa Lapisan Nikel (Ni) pada Permukaan Baja dengan Metode Elektrodeposisi dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao*)', *Jurnal Integrasi*, Vol. 11, No. 2, hal 86-90.
- Riadi, M., 2019, *Korosi/Pengkaratan (Reaksi, Jenis, Penyebab dan Perlindungan)*, <<https://www.kajianpustaka.com/2019/12/korosi-pengkaratan-reaksi-jenis-penyebab-dan-perlindungan.html>>