

Studi Inhibisi Korosi Baja Oleh Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao*) Dalam Medium Air Laut

Romi Habibi¹, Yerimadesi², Bahrizal³

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang

¹habibi_jupiterz@yahoo.com, ²yerimadesi_74@yahoo.com, ³bahrizal_kimiaunp@yahoo.com

Abstrak - Korosi merupakan masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan bahan dasar baja seperti gedung, jembatan, mesin, pipa, mobil, dan sebagainya. Untuk mengatasinya dapat digunakan inhibitor yang ramah lingkungan yaitu ekstrak biji kakao karena dapat membentuk senyawa kompleks khelat dengan ion besi. Ekstrak biji kakao menghalangi masuknya oksigen dan ion-ion lain yang memicu terjadinya korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak biji kakao dalam medium air laut, serta analisis morfologi permukaan baja yang dilapisi dan tanpa dilapisi ekstrak biji kakao dalam medium air laut. Metoda yang digunakan adalah gravimetri, yaitu berdasarkan pengurangan berat (weight loss) baja sebelum dan sesudah korosi. Dari hasil penelitian diperoleh, ekstrak biji kakao dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium laut dengan efisiensi inhibisi korosi 46,11% pada perendaman selama 7 hari. Dan dari analisis morfologi permukaan baja dengan SEM pada pembesaran 5000x memperlihatkan perbedaan morfologi permukaan baja yang dilapisi ekstrak biji kakao lebih terlindungi dibandingkan baja tanpa dilapisi ekstrak biji kakao, jenis korosi yang terbentuk merupakan korosi merata dan korosi celah.

Kata kunci - Studi inhibisi, Korosi baja, Ekstrak biji kakao, Medium air laut

I. PENDAHULUAN

Penggunaan besi dan baja dalam mendukung pembangunan yang signifikan di Indonesia tumbuh dan berkembang dari semua sektor. Salah satu penggunaan besi dan baja yakni di lingkungan air laut yang tidak terlepas dari pengaruh air garam dan kelembaban udara yang dapat menyebabkan korosi. Korosi merupakan penurunan mutu logam atau sifatnya yang timbul secara alamiah karena berinteraksi dengan lingkungannya. Selain itu korosi juga dapat menjadi salah satu faktor penyebab seperti ambruknya suatu jembatan, jalan layang, dermaga dan lain-lain.

Air laut merupakan media yang korosif. Penyebab korosi yang terjadi di air laut antara lain adalah kandungan klorida (Cl⁻) yang cukup tinggi dan mikrobakteri yang hidup di laut. Bakteri-bakteri pemicu korosi seperti bakteri sulfur dalam system air adalah mikroorganisme yang dapat menimbulkan korosi, perubahan warna dan kerusakan materi. Dalam kondisi aerobik atau anaerobik bakteri dapat mereduksi sulfat menjadi sulfida yang selanjutnya menimbulkan korosi pada permukaan logam^[1].

Mengingat keberadaan air laut yang cukup besar dengan kemudahan dalam pemakaian dan pengambilannya, tidak sedikit industri yang menggunakannya sebagai penyokong kinerja produksi. Salah satu contoh penggunaannya air laut dapat dijumpai pada sistem pendingin reaktor nuklir, dengan mengalirkan air laut melalui pipa baja untuk mendinginkan reaktor. Sistem konstruksi baja yang berhubungan langsung dengan air laut seperti contoh diatas sangat beresiko mengalami korosi.

Permasalahan korosi secara umum dapat diatasi dengan beberapa cara, diantaranya perlindungan katodik, coating, dan

penambahan inhibitor yang berfungsi efektif dalam memperlambat proses korosi pada baja. Suatu inhibitor korosi merupakan suatu zat atau senyawa yang apabila ditambahkan kedalam suatu lingkungan tertentu, akan mencegah terjadinya interaksi lebih lanjut antara lingkungan tersebut dengan suatu logam^[2].

Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara ekonomis untuk memperlambat proses korosi^[3]. Inhibitor dapat berupa senyawa anorganik maupun organik. Inhibitor yang digunakan pada penelitian ini adalah inhibitor organik karena bersifat non toksik, ekonomis dan mudah mendapatkannya^[4]. Banyak senyawa organik yang dapat dipakai sebagai inhibitor seperti alkaloid, pigmen, asam amino, tanin dan katekin^[5].

Tanin dan katekin merupakan senyawa organik polifenol golongan flavonoid yang dapat membentuk kompleks tidak larut dengan ion logam, sehingga dapat digunakan sebagai inhibitor korosi pada^[6]. Senyawa tanin dan katekin banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan tinggi seperti gambir, daun teh, dan kakao.

Biji kakao kaya akan komponen-komponen senyawa fenolik, antara lain: katekin, epikatekin, proantosianidin, asam fenolat, dan flavonoid lainnya. Katekin mengandung pasangan elektron yang dapat didonorkan. Laju korosi pada baja dapat diturunkan dengan menggunakan katekin sebagai inhibitor korosi. Penurunan laju korosi ini dapat terjadi karena adanya penyerapan inhibitor pada permukaan logam^[7].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat: neraca analitis, jangka sorong, besi penjepit, oven, desikator, medium korosif, SEM dan peralatan gelas yang digunakan dalam analisis laboratorium.

Bahan: Sampel baja ASSAB 760, biji kakao, kertas saring, detergen, ampelas, asam nitrat p.a, aseton p.a, dan aquadest.

B. Cara Kerja

1) Pembuatan Reagen

Larutan HNO₃ 1%, dibuat dengan mengencerkan 15,4 mL HNO₃ pekat (65 %) sampai volume 1 L. Medium korosif yang digunakan yaitu air laut yang diambil dari laut pantai Air Tawar Barat, Padang, Sumatera Barat.

2) Persiapan Sampel Baja

Baja dengan diameter ± 2,5 cm dipotong-potong dengan tebal 0,5 cm, dihaluskan permukaannya dengan mesin gerinda dan diampelas. Permukaan yang telah halus ini dicuci dengan aquadest dan detergen. Selanjutnya direndam ke dalam HNO₃ 1% dan aseton p.a, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 5 menit dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Baja kemudian ditimbang sebagai berat baja tanpa inhibitor (W₀).

3) Pembuatan Larutan Inhibitor (Ekstrak Biji Kakao)

Ekstraksi dilakukan dengan metoda maserasi, 200 gram biji kakao dalam 2000 gram pelarut aquadest bersuhu 95°C selama 30 menit. Ekstraksi dilakukan dalam erlenmeyer dibungkus aluminium foil, diletakkan dalam waterbath untuk mempertahankan suhunya selama 30 menit dan dikocok dengan shaker agar seluruh bagian partikel tercampur merata dan ekstraksi dapat dilakukan dengan sempurna. Setelah 30 menit erlenmeyer dikeluarkan dari waterbath dan dibiarkan suhu kamar selama 2 jam kemudian disaring dengan kertas saring. Ekstraksi dilakukan 3 kali dan filtrat yang dihasilkan ditampung dalam botol yang dibungkus aluminium foil. Larutan Ekstrak kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator vakum hingga didapatkan ekstrak kental. Ekstrak yang diperoleh ditentukan kadarnya dan dijadikan sebagai larutan induk.

4) Penentuan Kadar Katekin

Persiapan larutan standar. 250 mg katekin standar dilarutkan dengan aquadest hingga 250 mL (1000 ppm). Diencerkan dengan beberapa konsentrasi : 10, 25, 50, 75 dan 100 ppm, kemudian diukur serapannya dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang maksimum. Persiapan larutan sampel. 1 g ekstrak biji kakao dilarutkan dengan aquadest hingga 1000 mL. Diambil 50 mL diencerkan sampai 100 mL, kemudian diukur serapannya dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang maksimum. Absorban yang diperoleh diplotkan pada kurva standar, sehingga konsentrasi katekin dalam larutan dapat dihitung.

5) Penentuan Kondisi Optimum (Konsentrasi dan Waktu) Pelapisan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao

Penentuan Konsentrasi Optimum, baja yang telah disiapkan ditimbang beratnya sebagai berat awal (W₀), kemudian direndam dalam 50 mL larutan ekstrak biji kakao dengan variasi konsentrasi 69, 207, 345, 483, 621, 759 dan 897 ppm selama 120 menit. Setelah itu baja diangkat dan dikering anginkan sebentar lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°C selama 5 menit dan desikator selama 15 menit. Baja ditimbang (W₁) dan dihitung % pertambahan beratnya (%ΔW). Data diolah sehingga didapatkan

konsentrasi optimum. Penentuan Waktu Optimum, baja yang telah disiapkan ditimbang beratnya sebagai berat awal (W₀). Baja kemudian direndam dalam larutan ekstrak biji kakao pada konsentrasi optimum yang telah didapatkan sebelumnya selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Kemudian baja diangkat dan dikering anginkan sebentar lalu dimasukkan ke dalam oven selama 5 menit dan desikator selama 15 menit. Baja ditimbang beratnya dan dihitung pertambahan berat baja (W₁). Data diolah sehingga didapatkan waktu optimum pelapisan baja.

6) Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Biji Kakao terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi Baja dalam Medium Air Laut

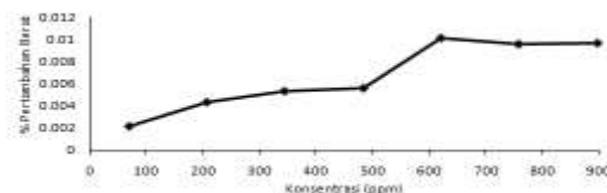
Baja tanpa dilapisi inhibitor ekstrak biji kakao, sampel baja yang telah disiapkan ditimbang beratnya. Berat yang diperoleh dinyatakan sebagai berat awal baja (W₀).

Baja digantung dengan seutas benang pada kayu penggantungan yang telah disediakan dan direndam pada medium korosif air laut, selama variasi waktu 3, 5, 7, 9, dan 11 hari. Setelah itu baja diangkat dan dibersihkan dengan sikat yang halus dengan menggunakan detergen selanjutnya dibilas dengan aquades. Kemudian baja direndam ke dalam HNO₃ 1% dan aseton p.a, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 5 menit. Setelah kering baja dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian baja ditimbang beratnya dan dinyatakan sebagai berat akhir (W₁). Baja dilapisi dengan inhibitor ekstrak biji kakao, sampel baja yang telah disiapkan ditimbang beratnya dan dinyatakan sebagai berat awal baja (W₀). Kemudian baja direndam pada kondisi optimum dalam ekstrak biji kakao. Setelah itu baja diangkat dan dikering anginkan sebentar. Selanjutnya baja dimasukkan ke dalam oven selama 5 menit lalu desikator selama 15 menit. Selanjutnya baja digantung dengan menggunakan seutas benang pada kayu penggantungan lalu direndam pada medium korosif air laut, selama variasi waktu 3, 5, 7, 9, dan 11 hari. Setelah itu baja diangkat dan dibersihkan dengan sikat yang halus dengan menggunakan detergen selanjutnya dibilas dengan aquades. Kemudian baja direndam ke dalam HNO₃ 1% dan aseton p.a., kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 5 menit. Setelah kering baja dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian baja ditimbang beratnya dan dinyatakan sebagai berat akhir (W₁).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Kondisi Optimum Pelapisan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao

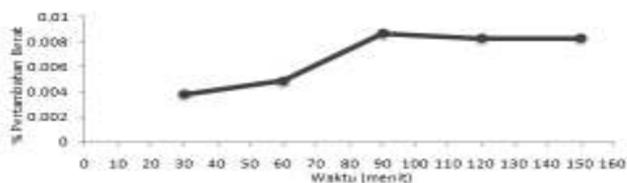
1. Penentuan Konsentrasi Optimum Pelapisan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biji Kakao Terhadap % pertambahan Berat Baja

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa persen pertambahan berat baja mengalami kenaikan dari konsentrasi 69 ppm sampai 621 ppm, konsentrasi 621 ppm merupakan puncak persen pertambahan berat baja, ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 621 ppm merupakan konsentrasi optimum pelapisan permukaan baja oleh ekstrak biji kakao. Pada konsentrasi ini permukaan baja terlihat berwarna biru keunguan yang diperkirakan adalah lapisan kompleks dari besi-katekin. Pada konsentrasi besar dari 621 ppm pertambahan berat baja relatif konstan, hal ini menunjukkan baja sudah dilapisi oleh ekstrak biji kakao.

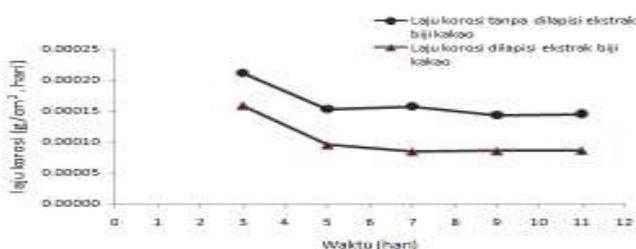
2. Penentuan Waktu Optimun Pelapisan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao



Gambar 2. Pengaruh waktu perendaman baja dalam Ekstrak Biji Kakao Terhadap % pertambahan Berat Baja

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin lama waktu perendaman baja dalam larutan ekstrak biji kakao pada konsentrasi optimum (621 ppm), maka persen pertambahan berat baja semakin besar sampai tercapainya keadaan optimum. Di sini waktu optimum yang didapatkan adalah pada perendaman selama 90 menit. Pada waktu kurang dari 90 menit, lapisan ekstrak biji kakao yang terbentuk belum merata menutupi seluruh permukaan baja. Sedangkan pada waktu di atas 90 menit persen pertambahan berat relatif konstan. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu 90 menit terjadi pelapisan optimum pada permukaan baja oleh ekstrak biji kakao.

B. Pengaruh Ekstrak Biji Kakao terhadap Laju Korosi Baja dalam Medium Air Laut

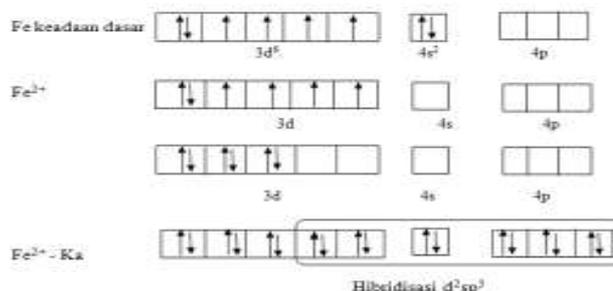


Gambar 3. Pengaruh ekstrak biji kakao terhadap laju korosi baja dalam medium air laut dengan variasi waktu perendaman

Seperti yang telah dilaporkan oleh Subhasini (2010), pada ekstrak biji kakao terdapat senyawa katekin, senyawa ketekin ini dapat membentuk kompleks besi-katekin (Sukardjo, 1991). Kompleks besi-ketekin merupakan lapisan pasif yang terserap pada permukaan baja sehingga menghalangi masuknya ion-ion korosif pada permukaan baja dan menyebabkan laju korosi baja yang dilapisi ekstrak biji kakao, memiliki laju korosi yang lebih rendah, dibandingkan baja yang tidak dilapisi ekstrak biji kakao, seperti terlihat pada Gambar 3.

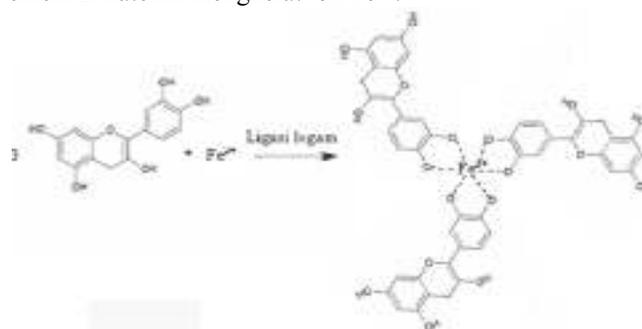
Dari kompleks yang terbentuk, katekin merupakan ligan bidentat terhadap atom pusat ion logam (Fe²⁺). Dengan teori

ikatan valensi dapat dijelaskan proses pembentukan kompleks Fe-katekin, seperti terlihat pada gambar berikut :



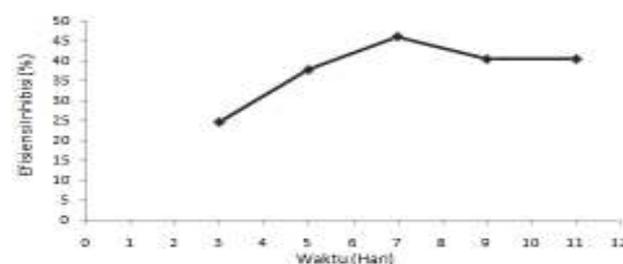
Gambar 4. Proses pembentukan kompleks Fe – Katekin

Katekin dalam ekstrak biji kakao merupakan monomer penyusun dari tanin terkondensasi. Sesuai yang diungkapkan Hagerman et al (1998), gugus hidroksil posisi ortho pada cincin B katekin mengkelat ion Fe²⁺.



Gambar 5. Mekanisme senyawa katekin mengkelat ion Fe²⁺

C. Efisiensi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Biji Kakao dalam Medium Air Laut



Gambar 6. Pengaruh waktu perendaman terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium air laut

Efisiensi inhibisi korosi merupakan kemampuan suatu inhibitor untuk memperlambat proses korosi pada logam. Gambar 6 memperlihatkan efisiensi inhibisi korosi baja dipengaruhi oleh waktu kontak dalam medium air laut. Efisiensi inhibisi naik dari hari ke 3 sampai hari ke 7 perendaman dengan bertambahnya waktu kontak baja dengan medium korosif. Dengan kata lain efisiensi inhibisi korosi meningkat dengan menurunnya laju korosi, semakin kecil laju korosi maka efisiensi inhibisi semakin meningkat.

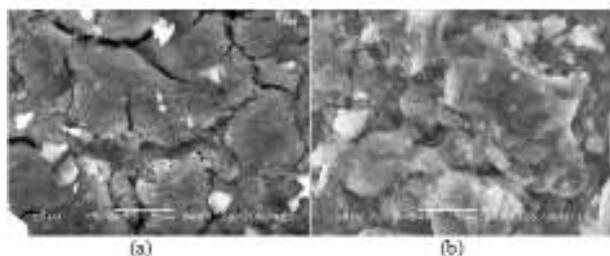
Katekin yang terkandung dalam ekstrak biji kakao membentuk kompleks dengan ion besi, sesuai yang diungkapkan Sukardjo (1991), ligan bidentat akan membentuk

komplek yang lebih stabil dibandingkan ligan monodentat. Katekin termasuk ke dalam senyawa flavonoid yang dapat menyumbangkan 2 pasangan elektronnya ke atom pusat (ligan bidentat) sehingga lebih stabil dalam menutupi permukaan baja, karena itu laju korosinya berkurang dan efisiensinya meningkat.

Setelah 7 hari, efisiensi inhibisi mengalami penurunan dan selanjutnya relatif konstan. Berdasarkan gambar 5.6 Efisiensi inhibisi korosi baja optimum adalah pada hari ke 7 yaitu 46,11%.

D. Analisis Morfologi Permukaan Baja dengan SEM

Analisis morfologi terhadap permukaan baja dilakukan dengan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) berdasarkan tujuannya adalah untuk membandingkan bentuk morfologi dari permukaan baja akibat korosi merata dan celah Baja yang dilapisi ekstrak biji kakao dan baja tanpa dilapisi ekstrak biji kakao pada kondisi efisiensi inhibisi terbesar baja dianalisa dengan menggunakan SEM dengan perbesaran 5000x.



Gambar 7. Hasil SEM (a) baja tanpa dilapisi ekstrak biji kakao dan (b) baja dengan dilapisi ekstrak biji kakao

Dari analisa SEM menunjukkan bahwa permukaan baja tanpa dilapisi ekstrak biji kakao mengalami kerusakan atau destruktif logam lebih banyak dibandingkan baja dengan dilapisi ekstrak biji kakao. Sesuai yang diungkapkan Halimatuddahlia (2003), jenis korosi yang terbentuk pada baja (Gambar 7) adalah korosi merata dan korosi celah. Korosi merata (*Uniform corrosion*) terjadi pengikisan

permukaan baja secara merata sehingga ketebalan baja berkurang, korosi celah (*Pitting Corrosion*) Korosi berbentuk retak-retak yang tidak mudah dilihat dengan kasat mata, terbentuk dipermukaan baja dan merambat ke dalam baja.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Efisiensi inhibisi korosi baja oleh larutan ekstrak biji kakao dalam medium air laut didapatkan 46,11 % pada perendaman selama 7 hari.
- 2) Analisa morfologi permukaan baja menggunakan SEM memperlihatkan perbedaan morfologi permukaan baja yang dilapisi ekstrak biji kakao lebih terlindungi dibandingkan baja tanpa dilapisi ekstrak biji kakao, jenis korosi yang terbentuk merupakan korosi merata dan korosi celah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Itjeu, K. 2009. *Identifikasi Mikroba Air Laut Di Ujung Grenggangan Semenanjung Muria*. Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir – BATAN.
- [2] Fitriasih, S. 2009. *Studi Inhibisi Korosi Baja 304 dalam HCl 2 M dengan Inhibitor Campuran Asam Lemak Hasil Hidrolisa Minyak Biji Kapuk*, Prosiding Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Hussin, M.H., & Kassim, M.J. 2011. *Electrochemical and Adsorption Studies of (+)- Catechin Hydrates as Natural Mild Steel Corrosion Inhibitor in 1 M HCl*. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 6, 1396-1414.
- [4] Halimatuddahlia. 2003. *Pencegahan Korosi dan Scale Pada Proses Produksi Minyak Bumi*. Sumatera Utara: Program Studi Teknik Kimia-USU.
- [5] Yermadesi dan Umar, KN. (2007). *Kinetika inhibisi korosi baja ASSAB 760 dalam asam sulfat oleh ekstrak tanin dari daun teh*. Laporan Penelitian Dosen Muda. Jurusan Kimia FMIPA UNP. Hal:31.
- [6] Yermadesi. (2008). *Pemanfaatan ekstrak daun teh untuk inhibisi korosi besi dalam medium asam klorida dan udara*. Laporan penelitian Dipa. Jurusan kimia FMIPA UNP. Hal :33.
- [7] Yermadesi, Irma M, dan Emilda. (2011). *Studi Penggunaan Ekstrak Daun Tembakau (Nikotiana tabacum) dalam medium HCl*. Prosiding Seminar Nasional. No ISBN 978-602-9115-24-6.