

Submitted : 24 Mei 2019

Revised : 07 Juni 2019

Accepted : 18 Juni 2019

UJI KEMAMPUAN TANIN DAUN KETAPANG SEBAGAI INHIBISI KOROSI PADA BAJA MILD STEEL DALAM PIPELINE

Agus Rochmat^{1*}, Galih Liantony¹, Yuki Diens Septiananda¹

¹ Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.03 Cilegon, Banten – Indonesia 42443

*Email: agus_rochmat@untirta.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan tanin sebagai material *coating* diharapkan jadi alternatif yang lebih aman bagi lingkungan. Tanin diperoleh menggunakan metode ekstraksi ultrasonik dengan pelarut etanol 95% dan dihasilkan rendemen tanin sebesar 4,85 %. Sintesis bio-inhibitor dari *waterglass* dan tanin hasil ekstraksi daun ketapang dapat digunakan sebagai material alternatif inhibitor korosi pada *pipeline*. Pembuatan material *coating* tersebut dengan cara memadukan silika yang berasal dari *waterglass* dan tanin dari daun ketapang, kemudian dilakukan pengaliran medium korosi pada pipa besi. Komposisi silika dengan tanin daun ketapang yang digunakan yaitu 50:50 dengan konsentrasi *waterglass* 50%. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh formula *coating* tanin dan *waterglass* pada material *coating* menyebabkan laju korosi semakin kecil, yaitu sebesar 171,77460 mmpy.

Kata Kunci: Bio-Inhibitor Korosi, Pipeline, Tanin

Abstract

Tannins is expected to be a more eco-friendly coating materials. Ultrasonic extraction using 95% ethanol solvent resulted in tannin yield of 4.85%. Alternative corrosion inhibitors in pipelines was synthesized from silica and tannin. Silica was retrieved from waterglass and tannin was retrieved from ketapang leaves extraction, then flowing the corrosion medium on the iron pipe. The composition of silica with tannin from ketapang leaves used is 50:50 with a waterglass concentration of 50%. The results showed that tannin and waterglass coating produced smaller corrosion rate, which is 171,77460 mmpy.

Keywords: Bio-Inhibitor Corrosion, Pipeline, Tannin

1. PENDAHULUAN

Baja banyak digunakan sebagai bahan pembuatan alat-alat industri maupun sebagai rangka bangunan, contohnya *mildsteel* yang sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan baut, badan kendaraan, serta konstruksi jembatan dan bangunan (Rochmat dkk., 2017). Akan tetapi, pada penggunaannya banyak faktor yang menyebabkan daya guna logam-logam tersebut menurun, salah satunya adalah faktor korosi atau pengkaratan pada logam.

Di Indonesia permasalahan korosi perlu mendapatkan perhatian serius, mengingat dua pertiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak pada daerah tropis dengan curah hujan

yang tinggi, yang memiliki kandungan senyawa asam yang tinggi dimana lingkungan seperti ini dikenal sangat korosif (Gusti, 2008). Namun proses terjadinya korosi pada logam merupakan hal yang tidak dapat dihentikan dan hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses perusakan material. Beberapa cara yang dapat memperlambat laju korosi antara lain dengan cara pelapisan permukaan logam agar terpisah dari medium korosi, perlindungan katodik, serta penggunaan zat pelambat karat (inhibitor) (Gusti, 2008).

Ada banyak inhibitor korosi yang terkandung dalam tanaman-tanaman yang digunakan untuk produksi baja, contohnya adalah silika dalam

sekam padi, kandungan flavonoid dalam daun teh, dan unsur ekstrak daun singkong (Apriyansyah, 2011, Imanudin dan Islamiyah 2017, Ludiana dan Handayani, 2012). Bio-inhibitor yang paling umum digunakan adalah flavonoid, tanin, dan terpen (Apriyansyah, 2011).

Kandungan metabolit sekunder daun ketapang mengandung flavonoid, saponin, triterpen, diterpen, senyawa fenolik, dan tanin. Sebanyak 37,17% tanin dapat dihasilkan dari ekstraksi sokletasi menggunakan etanol:air pada perbandingan 3:2 (Dhora, 2017).

Tanin merupakan salah satu senyawa organik yang berpotensi sebagai inhibitor korosi. Tanin diduga memiliki potensi sebagai inhibitor korosi logam karena selain sifatnya yang dapat membentuk kompleks dengan logam juga merupakan senyawa organik ramah lingkungan. Tanin merupakan senyawa polifenol alam yang banyak terkandung dalam berbagai tumbuh-tumbuhan di Indonesia dengan struktur sangat besar membentuk makromolekul dan mengandung banyak gugus hidroksi (-OH) sehingga menjadi dasar pijakan bahwa tanin diharapkan memiliki potensi sebagai inhibitor korosi pada logam. Hal ini juga diperkuat oleh sifat tanin yang mampu menyerap logam-logam berat, transisi, dan bahkan uranium (Rochmat, dkk., 2016).

2. METODOLOGI PERCOBAAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu tali nilon, alat frais, ampelas grid #400-1200, rum plastik, pompa air, selang, dan pipa paralon. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan antara lain daun ketapang, larutan H_2SO_4 teknis, aseton, butil alkohol, *waterglass* 58%.

2.2. Persiapan *Green Inhibitor*

Daun ketapang dihancurkan sampai menjadi beberapa bagian kecil. Butiran daun ketapang kemudian ditampung dan diekstraksi dengan pelarut butil alkohol. Proses ekstraksi dibantu dengan gelombang ultrasonik selama 2×15 menit. Dilanjutkan dengan penyaringan residu dan ekstrak. Residu ekstrak dikeringuapkan dengan *rotary evaporator* hingga terbentuk ekstrak kental.

2.3. Persiapan Media Korosif

Asam sulfat (H_2SO_4) pekat 98% dilarutkan ke dalam aquades untuk membuat larutan 100 ml H_2SO_4 dengan konsentrasi 1M.

2.4. Pengenceran *Waterglass*

Pengenceran dilakukan dengan memanaskan aquades pada temperatur konstan $60^\circ C$. Kemudian ditambahkan *waterglass* dengan konsentrasi 58% dimasukkan ke dalam gelas kimia disertai dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu aquades yang telah dipanaskan dicampurkan kedalamnya hingga membentuk larutan *waterglass*

yang homogen dengan konsentrasi tertentu. Larutan tersebut didinginkan hingga mencapai suhu ruangan.

2.5. Pembuatan Material *Coating*

Menyiapkan larutan *waterglass* yang dicampurkan dengan tanin, pada perbandingan konsentrasi. Masukkan *waterglass* ke dalam gelas kimia. Lalu mencampurkan larutan getah dengan komposisi atau perbandingan volume yang telah ditentukan dan mengaduk hingga homogen.

2.6. Preparasi sampel

Melakukan pemotongan pipa yang memiliki diameter 0,5 in dan panjang 10 cm dengan gergaji mesin. Kemudian melakukan *grinding* hingga ukuran amplas 400-1200. Mencuci sampel dengan aseton dan pengeringan. Kemudian melakukan *coating* formula.

2.7. Proses Inhibisi

Menyiapkan media korosif pada penampung, kemudian proses inhibisi dilakukan dengan pengaliran medium korosi dengan pompa pada *pipeline*, dengan variasi jenis inhibitor korosi pada debit 30 liter/jam.

2.7. Uji Kemampuan *Coating*

Uji kemampuan *coating* dilakukan melalui metode kehilangan berat dan uji kadar besi yang dianalisis menggunakan SEM-EDX. Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi setelah sampel dikontakkan dengan medium korosi. Medium korosi yang digunakan adalah larutan H_2SO_4 1 M dengan pH 0,4 dan dilakukan kontak selama 6 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

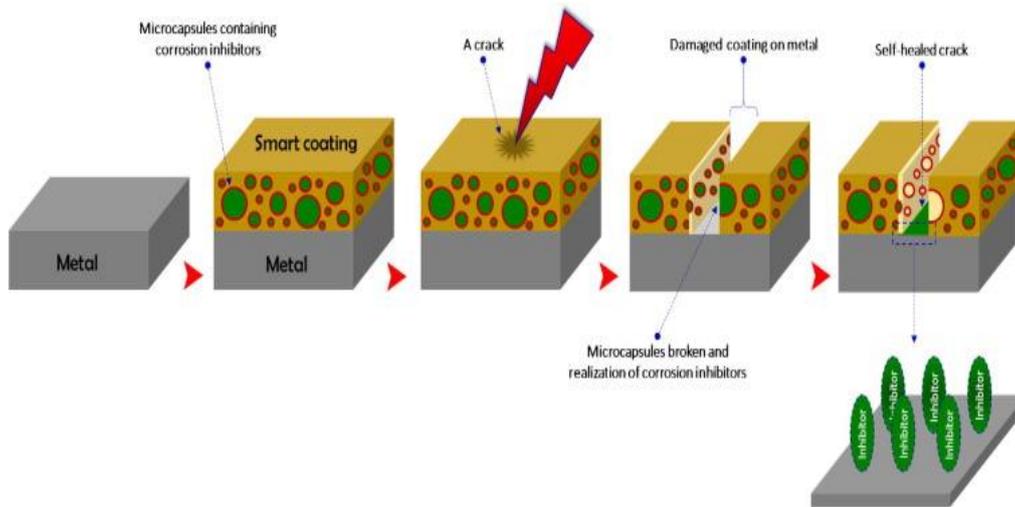
Proses inhibisi korosi baja pada pipa dengan ukuran diameter pipa besi 0,5 inci dan panjang pipa 10 cm. Inhibitor korosi yang digunakan adalah tanin hidrolisis yang terkandung dalam daun ketapang melalui proses ekstraksi ultrasonik. Proses inhibisi korosi dilakukan dengan proses *coating* pada pipa yang akan dialirkan oleh media korosi berupa asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 1M.

Pada spesimen besi normal korosi akan mudah terjadi dikarenakan adanya reaksi pada besi dengan medium korosi. Bio inhibitor korosi membuat lapisan pelindung pada besi, dan pada proses inhibisi lapisan bio inhibitor korosi akan menghambat kontak langsung kepada besi yang terlapsi (Ibrahimi, 2017). Ilustrasi proses inhibisi korosi dapat terlihat pada Gambar 1.

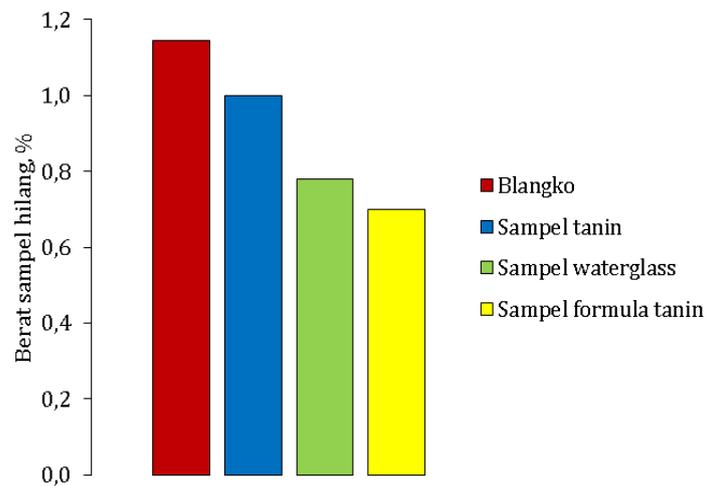
Salah satu faktor yang mempengaruhi laju korosi yaitu inhibitor korosi. Pada Gambar 2 terlihat perbedaan penurunan angka berat hilang yang cukup signifikan antara sampel dengan menggunakan bio-inhibitor korosi dan yang tidak menggunakan bio-inhibitor korosi. Hal ini

menunjukkan bahwa inhibitor korosi merupakan salah satu faktor yang cukup penting untuk

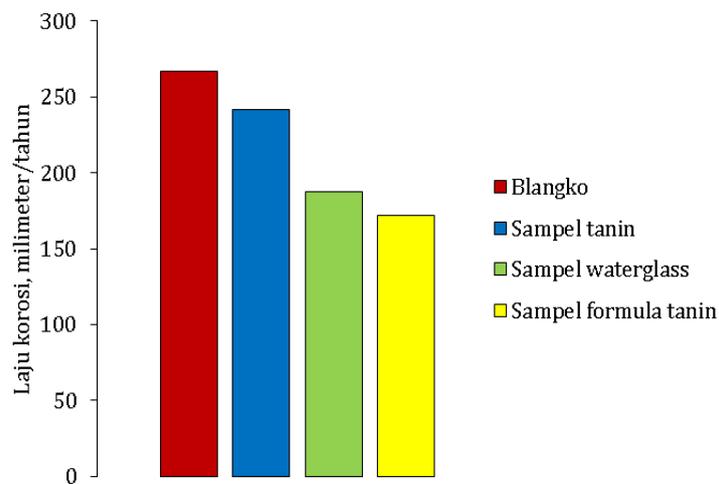
pengecahan atau perlambatan laju korosi pada saat proses inhibisi berlangsung.



Gambar 1. Rancang proses inhibisi korosi (Liu, 2013)



Gambar 2. Grafik hasil perhitungan *weight loss*

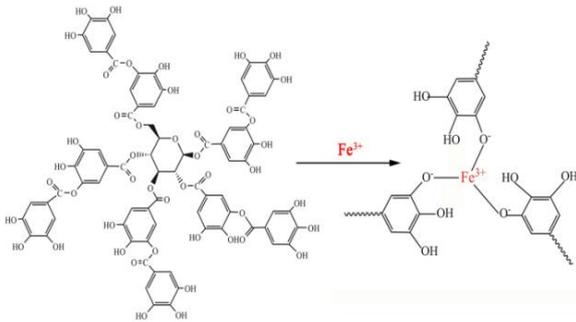


Gambar 3. Grafik laju korosi pada setiap sampel

Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa penurunan nilai Fe pada sampel terjadi karena adanya proses

korosi. Semakin besar laju korosi maka nilai Fe akan semakin kecil.

Tanin akan membentuk senyawa kompleks dengan ion besi menjadi Fe-tanin seperti yang dapat terlihat pada Gambar 4. Senyawa kompleks Fe-tanin ini akan menjadi *barrier* (penghalang) air untuk kontak langsung dengan logam besi.



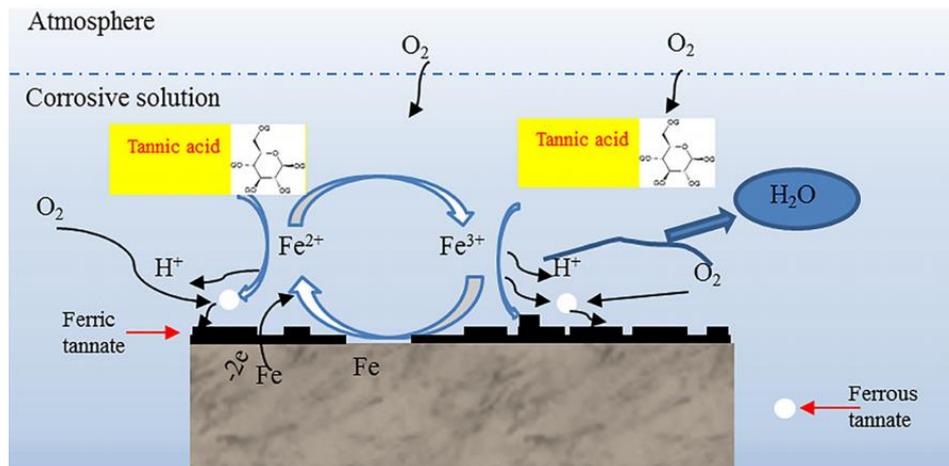
Gambar 4. Pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe^{3+} (Xu dkk., 2019)

Mekanisme inhibisi korosi oleh senyawa kompleks Fe-tanin dapat terlihat pada Gambar 5. Asam tanat dapat mempercepat proses korosi dengan menurunkan pH dan membentuk kompleks dengan besi yang menempel di permukaan. Adapun pelarutan besi karbon anodik, oksidasi terjadi dari Fe menjadi Fe^{2+} pada awalnya terlibat. Kemudian, oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} oleh oksigen. Fe^{3+} direduksi menjadi ion Fe^{2+} melalui kontak dengan logam besi di pori-pori sehingga muncul perubahan warna (Rochmat dkk., 2016).

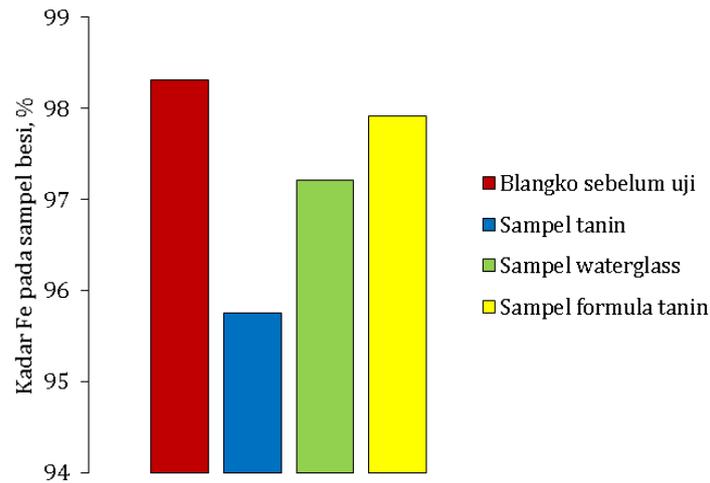
Asam tanat bekerja pada ion besi yang tersedia dalam tiga cara. Pertama, tanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe^{2+} menjadi ferro-tanin, yang mudah teroksidasi menjadi ferri tannat jika ada kehadiran oksigen. Kedua, tanin dapat bereaksi langsung dengan ion Fe^{3+} membentuk ferri tannat. Ketiga, karena kemampuan sifat reduksi dari tanin, Fe_2O_3 dapat direduksi menjadi ion Fe^{2+} (Xu dkk., 2019). Ferro-tanin dapat secara langsung direduksi menjadi ferri-tanin ketika kontak dengan O_2 dan air.

Mekanisme tersebut diatas akan terlihat jika terjadi penurunan angka laju korosi yang sangat pesat. Dari gambar 6 menunjukkan tanin sebagai bioinhibitor korosi cukup efektif digunakan mempertahankan konsentrasi besi meski terjadi proses aliran fluida pada pipa, dan menggunakan medium korosi H_2SO_4 dengan konsentrasi 1 M dengan pH 0,4 yang mengalir.

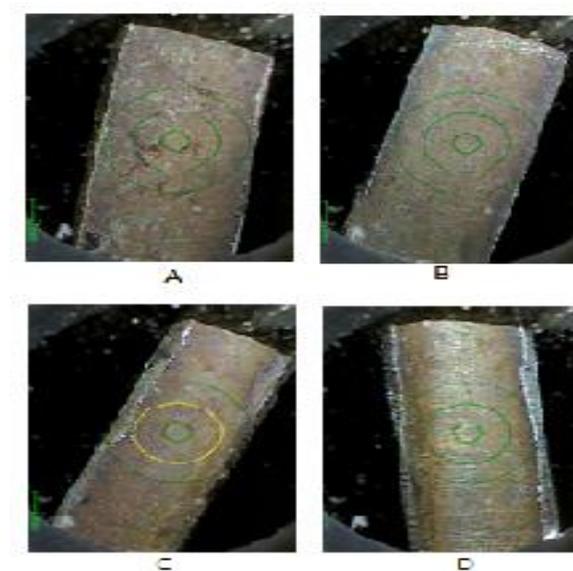
Hal ini terlihat pelepasan Fe dari induk logam menggunakan analisis SEM-EDX seperti yang terlihat pada Gambar 6. Adanya penurunan kadar Fe dalam semua sampel dibandingkan dengan sampel blanko yang tidak dialiri oleh medium korosi. Akan tetapi, kadar besi pada sampel yang telah dilapisi dengan bio-inhibitor formula tanin memiliki kadar Fe yang relatif konstan karena terjadi proses inhibisi korosi. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa formula tannin dapat menjadi salah satu alternatif sebagai bio inhibitor korosi, yang ramah lingkungan.



Gambar 5. Rancangan mekanisme terjadinya inhibitor korosi [14]



Gambar 6. Kadar Fe pada sample besi



Gambar 7. Sampel A-coating tanin, sampel B-samel blanko, sampel C adalah sampel coating tannin, sampel D adalah sampel water glass.

Bukti lain, pada Gambar 7 menunjukkan fenomena korosi yang dapat dilihat secara kasat mata yang diindikasikan dengan adanya bercak-bercak warna kuning kecoklatan.

4. KESIMPULAN

Pengaruh penambahan formula tanin sebagai bio inhibitor korosi dapat menghambat laju korosi yang cukup signifikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Apriyansyah, Ekstrak Daun Singkong Sebagai Inhibitor Alamiah (Tinjauan Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Terhadap Laju Korosi), Politeknik Negeri Sriwijaya: Jurusan Teknik Kimia, 2011.
- Dhora, A., Ekstraksi Tanin pada Daun Ketapang (*Terminalia Catappa L*) dengan Variasi Pelarut, Konsentrasi Pelarut dan Lama Waktu Ekstraksi, *Jurnal Mina Sains*, 2017, 3(2). <http://dx.doi.org/10.30997/jah.v3i2.904>

- Gusti, D. R., Laju Korosi dalam Larutan Asam Sulfat dengan Menggunakan Inhibitor Asam Oksalat, *Chem Prog Universitas Sam Ratulangi*. Manado, 2008, 1.
- Ibrahimi, E., Amino Acids and Their Derivatives as Corrosion Inhibitors For Metals and Alloys. Department of Petroleum Engineering, University of Port Harcourt, Port Harcourt, Nigeria, 2017.
- Imanudin, A. M., Islamiyah, T. B., Isolasi Dan Identifikasi Flavonoid Dari Ekstrak Daun Melinjo Sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Mild Steel, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa: Jurusan Teknik Kimia, 2017.
- Liu, W., Luo, Y., Sun, L., Wu, R., Jiang, H., Liu, Y., Fabrication of the superhydro phobic surface on aluminum alloy by anodizing and polymeric coating. China:Hunan University of Technology, 2013.
- Ludiana, Y., Handani, S. Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Teh (*Camelia Sinensis*)

Terhadap laju Korosi baja Karbon Schedule 40 Grade B ERW, Universitas Andalas, 2012.

Rochmat, A., Pramudita, M., Fathiyasa, F., Buchari, A., Karakteristik SiO₂-Getah Flamboyan (Delonix regia) Sebagai Material Coating Pencegah Korosi, Jurnal TEKNIKA, 2017, 12(1), 83-92. ISSN : 1693-024X. Juni 2016. <http://teknika.untirta.ac.id/index.php/tk/article/view/28/19>

Rochmat, A., Putra, B. P., Nuryani, E., Pramudita, M., Karakterisasi Material Campuran SiO₂ Dan

Getah Flamboyan (Delonix Regia) Sebagai Material Coating Pencegah Korosi Pada Baja, Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 2016, 5(2), 27-36.

<https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk/article/view/87>

Xu, W., Han, E. H., Wang, Z., Effect of tannic acid on corrosion behavior of carbon steel in NaCl solution, Journal of Materials Science & Technology, 2019, 35, 64-75.