

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI EKSTRAK KOPI TERHADAP LAJU KOROSI PIPA BAJA KARBON A53 PADA MEDIA AIR LAUT

Dani Eka A.S.¹, Sumarji², FX. Kristianta²

¹ Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: Sumarji.unej@gmail.com

ABSTRAK

Corrosion is one serious problems that result in the loss in terms of the financing in industrial production activity, the corrossions can be the one failure in a process. So required a inhibitor corrosion that can Reduce the rate of corrosion specimens steel. In this research is using coffee extracts organic compounds as corrossions inhibitor. It can be used as corrossions inhibitor because they are have a free electron couples containing nitrogen. Testing rate of corrosion made in sea-water media with variation coffee extracts concentration 0, 1000, 3000 and 5000 ppm for knowing corrosion rate and the optimum concentration of coffee extract in inhibitions of corrosion rate with type of corrosion on carbon steel pipe A53 is material much used in the system of distilling sea water pipe. The result of this research show about the better concentrations for hamper the corrosion in 3000 ppm with the inhibition is 70,79 % and that corrosion happen is surface corrosion.

Keywords: inhibitor, coffee extracts, sea water corrossions

PENDAHULUAN

Korosi adalah suatu hasil kerusakan degradasi material melalui suatu reaksi kimia atau elektrokimia yang spontan, yang dimulai dari permukaan logam. Secara spesifik, korosi logam adalah interaksi kimia fisis antara logam dan medium yang mengakibatkan penurunan sifat – sifat pada logam. Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Faktor dari bahan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat – zat kimia yang bersifat korosif.

Korosi pada logam telah berabad-abad menimbulkan masalah dan hal ini jelas menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Hasil riset yang berlangsung tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan, kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi di negara adidaya itu mencapai 276 miliar dollar AS. Ini berarti 3,1 persen dari Gross Domestic Product (GDP). Di Indonesia diperkirakan sekitar Rp. 20 triliun bahkan bisa jauh lebih besar dari jumlah itu, hilang percuma setiap tahunnya karena proses korosi. Jumlah nominal ini setara dengan 2%-5% dari total gross domestic product (GDP) dari sejumlah industri yang ada. [5]

Terjadinya korosi dapat kita jumpai pada jenis logam yang digunakan sebagai konstruksi bangunan, tulangan beton, pipa kilang minyak, penggilingan tebu dan masih banyak lagi. Kasus yang sering dijumpai adalah proses pengkorosian yang diakibatkannya oleh air laut pada pipa – pipa industri yang berinteraksi secara

langsung. Sebagian besar pipa yang dipakai dalam industri saat ini adalah baja karbon rendah. Baja mempunyai kandungan unsur utama yaitu besi (Fe). Unsur besi (Fe) dalam baja rentan terhadap kelembaban dan keasaman. Ketika unsur Fe^{+} bersenyawa dengan udara, maka struktur bahan berubah timbul kerak berwarna hitam kekuningan pada permukaan bahan, dan itu disebut juga dengan korosi [2].

Dari penelitian terdahulu, diketahui bahwa ekstrak daun tembakau, teh, dan kopi dapat berfungsi sebagai inhibitor pada sampel logam besi, tembaga, dan aluminium dalam medium larutan garam. Keefektifan ini diduga karena ekstrak daun tembakau, teh, dan kopi memiliki gugus nitrogen yang baik. [1].

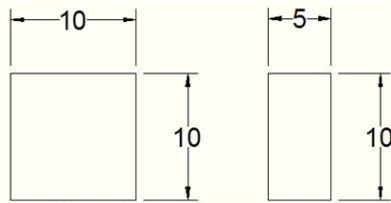
Kopi mengandung kafein ($C_8H_{10}N_4O_2$), merupakan alkaloid yang mempunyai cincin purin dan merupakan derivat dari metil xanthine. Senyawa kafein dapat dijadikan inhibitor karena terdapat gugus nitrogen yang mengandung pasangan elektron bebas berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap besi untuk membentuk senyawa kompleks. Inhibitor kafein merupakan inhibitor organik sehingga, proses penginhibisiannya disebabkan adsorpsi molekul dalam permukaan logam.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode

yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan desain tersebut dengan desain tanpa perlakuan.

Setelah semua persiapan terhadap material selesai kemudian dilakukan pembuatan spesimen uji dengan jenis material pipa baja karbon A53 sesuai dengan standart ASTM G31 – 72 (*Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal*).



Gambar 1. Spesimen Uji

Material dipotong menggunakan gergaji potong, selanjutnya dilakukan pengikiran pada bagian sisinya untuk mendapatkan kerataan ukuran sesuai dengan yang diinginkan sebelum dilakukan pengujian material dihaluskan terlebih dahulu dengan kertas gosok *grade* 400, 600, 800, 1000, 1200, dan 1500 pada permukaan seluruhnya. Setelah permukaannya dalam keadaan halus, selanjutnya dibersihkan dengan aquades, larutan HCl encer dan aseton. Kemudian spesimen kita lakukan penimbangan awal sebelum proses pengkorosian.

Pembuatan larutan Inhibitor dengan cara menganginkan 1kg kopi arabika hingga kering, kemudian digiling halus. Dan selanjutnya kopi yang sudah halus dimaserasi menggunakan etanol untuk memperoleh larutan induk ekstrak kopi sebesar 500 ppm dengan media pelarut 50 mL etanol dan 950 mL aquades. Kemudian larutan induk dilarutkan kedalam larutan 0, 1000, 3000, dan 5000 ppm.

Selanjutnya proses pengkorosian dilakukan dengan cara perendaman spesimen yang telah ditimbang sebelumnya ke dalam larutan korosif yaitu pada air laut daerah puger Jember dengan variasi konsentrasi inhibitor ekstrak kopi. Perendaman dilakukan selama 40 hari dan waktu pengamatan selama 5, 20, 35, 40 hari. Posisi peletakan material dilakukan pada keadaan berdiri, permukaan terkil sebagai posisi terbawah atau pada ukuran 10 mm x 5 mm. pengujian setiap konsentrasi dibutuhkan 5 spesimen uji pada setiap pengamatan.

Pengujian laju korosi dilakukan dalam larutan uji yang berupa air laut dengan metode pengurangan berat (*Weight Lose*). Penimbangan material dilakukan pada 5, 20, 35 dan 40 hari, pertama – tama material diambil dari larutan kemudian dibersihkan dengan HCl.

Untuk menghitung laju korosinya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Laju korosi} = \frac{240000 \times w}{A \times T \times D} \text{ (mdd)}$$

keterangan :

mdd = laju korosi, (mg/dm² day)
W = berat yang hilang, (g)

A = luas, (cm²)

T = waktu, (jam)

D = density, (g/cm³)

Daya Inhibisi dihitung berdasarkan rumus empiris di bawah ini:

$$E = \frac{R_o - R_i}{R_o} \times 100 \%$$

keterangan :

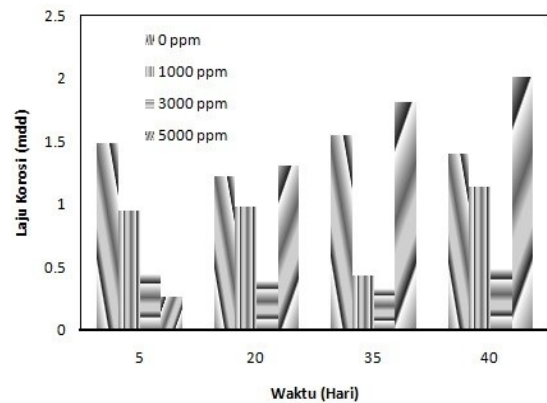
E = daya inhibisi (%)

R_o = Laju korosi tanpa adanya inhibitor (mdd)

R_i = Laju korosi dengan adanya inhibitor (mdd)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju korosi pipa baja karbon A53



Gambar 2. Pengaruh Variasi Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Kopi terhadap laju korosi.

Dari gambar 2 terlihat bahwa laju korosi pada konsentrasi 0 ppm, 1000 ppm dan 3000 ppm laju korosinya lebih kecil dibandingkan pada konsentrasi 5000 ppm. Meskipun awal perendaman waktu 5 hari pada konsentrasi 5000 ppm mempunyai laju korosi yang paling rendah, tetapi pada hari ke 40 laju korosi pada konsentrasi tersebut menjadi semakin besar dibandingkan pada konsentrasi 0 ppm, 1000 ppm, dan 3000 ppm. Peningkatan laju korosi yang terjadi pada konsentrasi 5000 ppm ini kemungkinan disebabkan karena dosis yang terlalu banyak dan larutan ekstrak kopi yang menjadi jenuh. Pada konsentrasi ini penyerapan inhibitor ke dalam permukaan pipa baja karbon A53 memang bertambah besar. Tetapi, setelah senyawa kompleks meyelubungi permukaan baja telah penuh, yang terjadi justru sebaliknya yaitu terjadi desorpsi.

Proteksi inhibitor yang terbaik adalah pada konsentrasi ekstrak kopi sebesar 3000 ppm, dapat dilihat dari waktu awal perendaman spesimen yaitu pada 5 hari sampai dengan akhir perendaman spesimen yaitu 40 hari laju korosi yang terjadi

memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan pada konsentrasi 0 ppm, 1000 ppm, dan 5000 ppm. Hal ini disebabkan karena dosis yang tepat terhadap perlindungan larutan inhibitor pada laju korosi. Peningkatan laju korosi pada konsentrasi yang lebih tinggi ini membuktikan bahwa inhibitor dapat digunakan secara efektif apabila dimasukkan dalam dosis yang tepat. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 5000 ppm inhibitor ekstrak kopi tidak dapat memproteksi pipa baja karbon A53.

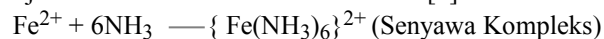
Tabel 1. Daya inhibisi ekstrak kopi

Konsentrasi (ppm)	1000	3000	5000
Daya Inhibisi (%)	38.37%	70.79%	4.96%

Dari tabel di atas efisiensi inhibitor paling baik adalah efisiensi inhibitor dengan konsentrasi 3000 ppm yaitu sebesar 70,79%. Pada konsentrasi inhibitor 1000 ppm telah terbentuk film tipis akibat adsorbsimmolekul – molekul ekstrak kopi yang berfungsi sebagai *filming corrosion inhibitor* yang mengendalikan laju korosi. Efisiensi inhibitor akan naik sesuai dengan kenaikan konsentrasi.[6] Pada konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi, kemampuan adsorpsi dari inhibitor pada spesimen akan cenderung lebih cepat. Hal ini dikeranakan jumlah molekul – molekul yang teradsorpsi pada permukaan pipa baja karbon A53 semakin besar dan kemampuan untuk membentuk lapisan tipis untuk proteksi korosi juga semakin besar.

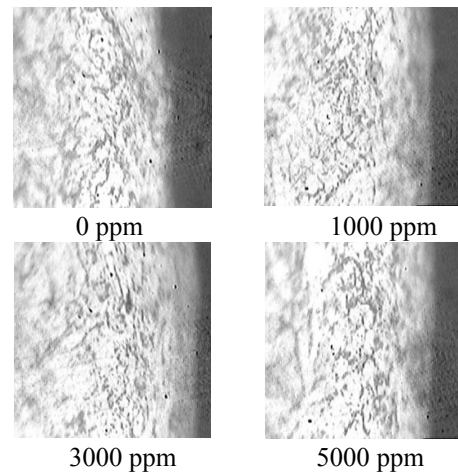
Mekanisme Inhibitor

Baja akan bereaksi dengan rantai dari kafein dan akan membentuk senyawa kompleks. Senyawa kompleks inilah yang akan menjadi pelapis pada permukaan pipa baja karbon A53 dari korosi. Kafein mengandung gugus atom nitrogen ini akan mendonorkan elektron pada logam Fe^{+} . Perlindungan korosi dengan ekstrak kopi ini secara sederhana dapat dijelaskan melalui reaksi kimia berikut.[4]



Sesuai dengan mekanisme proteksi yang telah dijelaskan bahwa ekstrak kopi merupakan senyawa yang mengandung atom yang memiliki pasangan elektron bebas. Inhibitor ekstrak kopi yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan baja karbon rendah ketika ion Fe^{+} terdifusi kelarutan dalam larutan elektrolit. Total nitrogen yang dimiliki kopi sebesar 2,07 % yang terdiri dari protein nitrogen 1,46 %, kafein 1,21 % dan nitrogen dari asam amino adalah 0,35 %. Senyawa kompleks ini bersifat stabil, tidak mudah dioksidasi dan akan teradsorpsi pada permukaan logam. Dengan demikian laju korosi bisa dihambat.[3]

Pengamatan Struktur Mikro dengan Etsa HNO_3 dan Etanol 97%



Gambar 3. Pengamatan Struktur Mikro

Dari gambar 3. menunjukkan adanya korosi merata pada permukaan pipa baja karbon A53. Korosi ini terjadi karena media yang berupa larutan ekstrak kopi bersifat basa lemah. Oksida logam akan bereaksi dengan larutan ekstrak yang bersifat basa lemah tersebut sehingga terjadilah korosi.

KESIMPULAN

1. Kenaikan konsentrasi pada batas tertentu akan menurunkan laju korosi.
2. Ekstrak kopi dengan konsentrasi 3000 ppm adalah konsentrasi yang paling baik untuk perlindungan. Dengan daya inhibisi pada konsentrasi 1000 ppm adalah 38,37 %, 3000 ppm adalah 70,79% dan 5000 ppm adalah 4,96 %.
3. Pada foto mikro terdapat bentuk bercak kehitaman $\{Fe(NH_3)_6\}^{2+}$. Senyawa inilah yang nantinya akan membentuk *filming corrosion inhibitor*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andy, A., 2012. *Ekstrak Bahan Alam Sebagai Inhibitor Korosi*. Yogyakarta. Condongcatur Yogyakarta.
- [2] Haqi, W. 2006. *Pengaruh Inhibitor Kafeina Terhadap Laju Korosi Pipa Baja API5L pada Media Air Laut*. Tangerang : Kawasan Puspitek.
- [3] Podlesjski. 1983. *Inhibitor of Corrosions*
- [4] Roslia. 2010. *Pengaruh Waktu Terhadap Laju Korosi*. Cikarang.
- [5] Siagian, F.R., 2010. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Inhibitor Tapioka terhadap Laju Korosi dan Perilaku Aktif Pasif Stainless Steel AISI 304 dalam Media Air Laut Buatan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [6] Supardi, H.R. 1997. *Korosi*. Bandung : Tarsito.