

ANALISA PENGARUH *INHIBITOR* EKSTRAK RIMPANG JAHE TERHADAP LAJU KOROSI INTERNAL PIPA BAJA ST-41 PADA AIR TANAH

M. Fajar Sidiq

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pancasakti Tegal
Email: mr_paimin@yahoo.com

Sarip Hidayatulloh

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Pancasakti Tegal

Siswiyanti

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri
Universitas Pancasakti Tegal

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan *inhibitor* ekstrak rimpang jahe terhadap laju korosi internal pipa st 41 pada media air tanah dengan konsentrasi di variasi dari 0 *ppm* , konsentrasi 10 *ppm* , konsentrasi 20 *ppm* , dan konsentrasi 30 *ppm* dengan metode eksperimen (uji laju korosi, uji *pH*, efisiensi *inhibitor*, uji O₂ terlarut). Laju korosi akan berkurang dengan penambahan *inhibitor* ekstrak rimpang jahe, penurunan laju korosi paling rendah pada konsentrasi 30 *ppm* dengan laju korosi 1.478 *mm/yr* pada *pH* 6.96, daya efisiensi *inhibitor* menghasilkan 0.315 % dan memiliki kandungan O₂ terlarut yang kecil sebesar 2.31. *Inhibitor* ekstrak rimpang jahe sangat efektif digunakan untuk menurunkan laju korosi internal pipa st 41 dalam media air tanah, hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut senyawa kompleks fenol terbentuk dengan sempurna dan menutupi permukaan baja.

Kata kunci: *inhibitor*, rimpang jahe, laju korosi, air tanah, pipa baja st41.

ABSTRACT

Has conducted research analyzing the effect of the ginger rhizome inhibitor against internal corrosion rate of the steel pipe in the media st41 groundwater with concentrations varied from 10 ppm - 30 ppm . The rate of corrosion inhibitor will be reduced by the addition of ginger, in this experiment the concentration of inhibitor ginger added: 10, 20 and 30 ppm . Research carried out by measuring the current intensity of corrosion using a potentiostat PGS 201 T. In the media groundwater st 41 steel pipe corrosion reaction greatest at concentrations of 10 with the corrosion rate of 1.705 mm / yr at 7.130 pH and power efficiency inhibitor resulted in 21.10%. With the addition of the ginger rhizome inhibitor to 30 ppm of the corrosion rate of the steel pipe st 41 amounted to 1.478 mm / yr (> 1 mm / yr) at pH 6.960 and power efficiency of the inhibitor to produce 31.60. Inhibitors of the ginger rhizome is effectively used to reduce the corrosion rate of the steel pipe in the 41 st ground water media, this is because in these conditions of Fe-pHenol compounds are fully formed and covered the entire surface of the steel.

Keywords: *ginger rhizome inhibitor, corrosion rate, groundwater, steel pipes st41.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi merupakan masalah yang serius dalam dunia material dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kemampuan suatu konstruksi dalam memikul beban. Usia suatu konstruksi menjadi berkurang dari waktu yang sudah direncanakan. Tidak hanya itu apabila tidak diantisipasi lebih awal maka akan mengakibatkan kerugian-kerugian yang lebih besar antara lain bisa menimbulkan kebocoran, mengakibatkan berkurangnya ketangguhan, robohnya suatu konstruksi, meledaknya suatu pipa/bejana bertekanan dan mungkin juga dapat membuat pencemaran suatu produk (Indahsari, Elisa. 2009).

Inhibitor sendiri adalah suatu zat apabila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam (Sidiq, 2013). Menurut Aidil (1972) *inhibitor* dibagi menjadi dua yaitu *inhibitor* organik dan *inhibitor* anorganik. *Inhibitor* anorganik adalah *inhibitor* yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari *inhibitor* anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. *Inhibitor* anorganik bersifat sebagai *inhibitor* anodik karena

inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, G dan Sugiarto 2010).

Pipa Baja ST-41 adalah baja karbon yang paling banyak dipakai untuk pipa air di bidang industri. Namun demikian dari berbagai macam aplikasi baja karbon, terdapat satu permasalahan yang cukup besar dalam pengembangannya, yaitu korosi. Korosi tidak dapat dicegah namun dapat dikendalikan. Banyak hal yang dapat dilakukan untuk melindungi dari serangan korosi salah satunya dengan menambahkan *inhibitor*.

1.2 Prinsip Dasar Korosi

Korosi adalah reaksi redoks antara suatu logam dengan senyawa lain yang terdapat di lingkungannya (misal air dan udara) dan menghasilkan senyawa yang tidak dikehendaki. Peristiwa korosi kita kenal dengan istilah perkaratan. Korosi ini telah mengakibatkan kerugian bermilyar rupiah setiap tahunnya. Biasanya logam yang paling banyak mengalami korosi adalah besi. Korosi terjadi melalui reaksi redoks, di mana logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen mengalami reduksi. Karat logam umumnya berupa oksida atau karbonat. Karat pada besi berupa zat yang berwarna coklat-merah dengan rumus kimia $Fe_2O_3 \times H_2O$. Oksida besi (karat) dapat mengelupas, sehingga secara bertahap permukaan yang baru terbuka itu mengalami korosi. Berbeda dengan aluminium, hasil korosi berupa Al_2O_3 membentuk lapisan yang melindungi lapisan logam dari korosi selanjutnya. Hal ini dapat menerangkan mengapa panci dari besi lebih cepat rusak jika dibiarkan, sedangkan panci dari aluminium lebih awet.

1.3 Perhitungan Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan tiga sel elektroda didasarkan pada metode *ekstrapolasi tafel*. Sel tiga elektroda merupakan perangkat laboratorium baku untuk penelitian kuantitatif terhadap sifat-sifat korosi bahan. Alat uji yang digunakan adalah alat uji laju korosi tipe sel tiga elektroda dengan potensiostat tipe PGS-201T milik Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) - BATAN Yogyakarta.

Penentuan harga rapat arus korosi secara tepat sangat diperlukan, karena rapat arus korosi sebanding dengan laju korosi suatu logam dalam lingkungannya. Hal ini sesuai dengan persamaan (1) laju korosi (Jones, 1992) dalam *mils* (0,001 *in*) per *year* (*mpy*) seperti dibawah ini :

$$r = 0,129 \frac{I_{kor} (EW)}{D} \quad (1)$$

Daya Inhibisi dihitung berdasarkan rumus empiris pada persamaan (2) di bawah ini:

$$E = \frac{R_0 - R_i}{R_0} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

E = Daya Inhibisi (%)

R_0 = Laju korosi tanpa adanya *inhibitor* (*mpy*)

R_i = Laju korosi dengan adanya *inhibitor* (*mpy*)

(Sumber : Widharto, 1999 : 136)

1.4 Inhibitor

Secara umum suatu *inhibitor* adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan *inhibitor* korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Mekanisme penghambatannya terkadang lebih dari satu jenis. Sejumlah *inhibitor* menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak nampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang nampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, dan ada pula yang menghilangkan konstituen yang agresif (Indra Surya, 2004).

Suatu *inhibitor* kimia adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Secara khusus, *inhibitor* korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan kedalam suatu lingkungan tertentu, dapat menurunkan laju penyerangan lingkungan itu terhadap suatu logam. Pada prakteknya, jumlah yang di tambahkan adalah sedikit, baik secara berangsur angsur maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu.

- a. *Inhibitor* teradsorpsi pada permukaan logam, dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul *inhibitor*. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya.
- b. Melalui pengaruh lingkungan (misal *pH*) menyebabkan *inhibitor* dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
- c. *Inhibitor* lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
- d. *Inhibitor* menghilangkan sifat yang agresif dari lingkungannya. Berdasarkan sifat korosi logam secara elektrokimia, *inhibitor* dapat mempengaruhi polarisasi anodik dan katodik. Bila suatu sel korosi dapat dianggap terdiri dari empat komponen yaitu: anoda, katoda, elektrolit dan penghantar elektronik, maka *inhibitor* korosi memberikan kemungkinan menaikkan polarisasi anodik, atau menaikkan polarisasi katodik atau menaikkan tahanan listrik dari rangkaian melalui pembentukan endapan tipis pada permukaan logam. Mekanisme ini dapat diamati melalui suatu kurva polarisasi yang diperoleh secara eksperimental.

1.5 *Gingerol dan 6-Shogaol*

Gingerol merupakan senyawa organik *non-toksik* yang dapat terbiodegradasi, karena itu *Gingerol* dapat digunakan sebagai *inhibitor* yang baik untuk memperlambat terjadinya korosi, khususnya untuk baja *Gingerol* dapat diekstraksi dari tumbuh-tumbuhan dengan cara yang sederhana yaitu dengan perebusan, menggunakan air sebagai pelarut. Salah satu tumbuhan yang mengandung *Gingerol* adalah rimpang jahe.

Gingerol merupakan senyawa yang labil terhadap panas baik selama penyimpanan maupun pada waktu pemrosesan, sehingga *Gingerol* sulit untuk dimurnikan, dan akan berubah menjadi *shogaol*. *Antioksidan Gingerol* dan *shogaol* termasuk dalam kelompok *antioksidan pFenolic* atau *fenolik*. Komponen-komponen pedas dari jahe seperti *6-Gingerol* dan *6-shogaol* dikenal memiliki aktivitas *antioksidan* cukup. *Gingerol* merupakan golongan *fenol* yang merupakan *desinfektan* yang paling umum yang digunakan di laboratorium sebagai penghambat pertumbuhan kuman atau membunuhnya. Kandungan *Gingerol* dalam minyak jahe sekitar 20 sampai 30 persen berat jahe

Dalam penelitian sebelumnya oleh Andhi Pradana dan Budi Agung K. dikatakan bahwa *inhibitor* organik merupakan *inhibitor* dari bagian tumbuhan yang mengandung *6-Gingerol* dan *6-shogaol*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang di dalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab akibat.

Metode eksperimental yang dilakukan adalah dengan menambahkan ekstrak *inhibitor* rimpang jahe dengan berbagai konsentrasi pada spesimen uji yaitu baja ST- 41 yang di akan di uji korosi dengan metode tiga sel elektroda dalam larutan korosif berupa air tanah.

- 1) Waktu dan tempat penelitian
 - a. Alat dan bahan
- 2) Prosedur penelitian
- 3) Pelaksanaan penelitian
 - a. Persiapan alat
 - b. Pembuatan spesimen
 - c. Pembuatan ekstrak rimpang jahe
- 4) Analisis Data
 - a. Analisis dengan metode uji sel tiga elektroda
 - b. Pengambilan data
- 5) Variabel penelitian
 - a. Variabel bebas
 - b. Variabel terikat
- 6) Diagram alir proses

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Laju Korosi

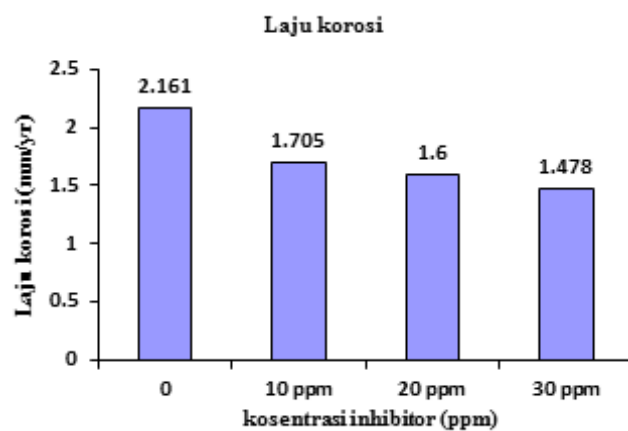
Hasil pengujian material dapat dilihat dari tabel 1 berikut :

Tabel 1. Komposisi kimia baja ST-41

Unsur	Test Result %
C	0,20
Si	0,21
Mn	0,35
P	0,02
S	0,01
Cr	0,33
Ni	0,03
Al	0,01
Co	0,01
Cu	0,01
Ti	0,01
W	0,03
Pb	0,01
Ce	0,01
Fe	9,87

Tabel 2. Hasil uji korosi

Inhibitor Jahe (ppm)	pH	Laju Korosi (mm/y)	Rata-rata
0	4,150	2,125	2,161
		2,208	
		2,150	
10	7,130	1,664	1,705
		1,731	
		1,720	
20	6,840	1,658	1,600
		1,620	
		1,588	
30	6,960	1,419	1,478
		1,525	
		1,491	



Gambar 1. Laju Korosi Material

Pada tabel 2 dan Gambar grafik 1, terlihat bahwa hasil uji korosi baja st 41 dalam air tanah dengan konsentrasi 10 ppm tanpa penambahan inhibitor rimpang jahe besarnya intensitas arus korosi adalah sebesar 185,27 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$

dan laju korosinya sebesar 2,161 mm/yr. Dengan penambahan *inhibitor* rimpang jahe pada konsentrasi sebesar 10 ppm langsung terjadi penurunan intensitas arus korosi sebesar 146,53 μA/cm² dan laju korosinya sebesar 1,705 mm/yr. Harga intensitas arus korosi maupun laju korosinya semakin menurun sesuai dengan pemberian konsentrasi *inhibitor* rimpang jahe yang semakin besar, untuk penurunan optimum ditunjukkan oleh penambahan *inhibitor* rimpang jahe pada konsentrasi 30 ppm dengan intensitas arus korosi 126,773 μA/cm² dan laju korosinya 1,478 mm/yr. Penurunan laju korosi tersebut, kemungkinan disebabkan karena *inhibitor* rimpang jahe yang di tambahkan ke dalam larutan pengkorosi air tanah dapat bereaksi dengan oksigen secara baik sehingga konsentrasi oksigen didalamnya dapat dikurangi secara optimum, yang berakibat korosi dapat terhambat seperti reaksi berikut:

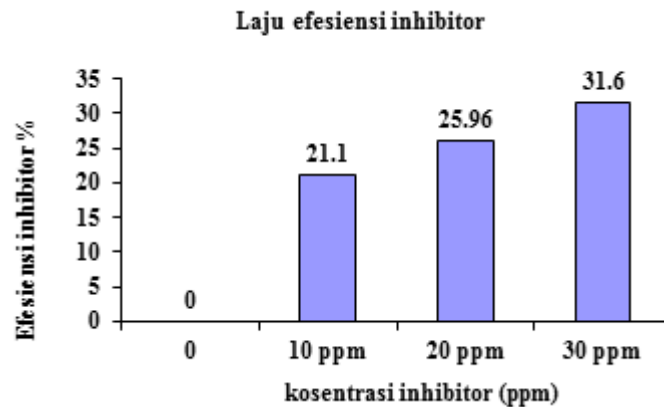


Penurunan laju korosi pada konsentrasi yang lebih tinggi ini membuktikan bahwa *inhibitor* dapat digunakan secara efektif apabila dimasukkan dalam konsentrasi yang tepat. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm *inhibitor* ekstrak rimpang jahe dapat memproteksi pipa baja st 41 dengan maksimal karena jumlah ekstrak rimpang jahe yang pekat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan semakin banyaknya senyawa *phenol* yang ada, maka serangan ion-ion korosif di permukaan baja akan semakin menurun karena terhalang oleh senyawa *phenol*.

3.2 Efisiensi Inhibitor Ekstrak Rimpang Jahe

Tabel 3. Efisiensi *inhibitor* ekstrak jahe

Variasi <i>Inhibitor</i> (ppm)	pH	Laju Korosi Rata-rata	Daya Inhibisi (%)
0	4,150	2,161	0
10	7,130	1,705	21,10
20	6,840	1,600	25,96
30	6,960	1,478	31,60



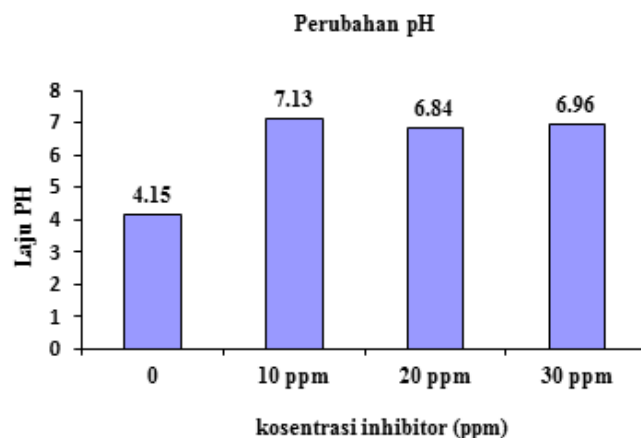
Gambar 2. Efisiensi *Inhibitor* Ekstrak Jahe

Hubungan efisiensi inhibisi terhadap konsentrasi *inhibitor* dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 2, dimana efisiensi inhibisi cenderung menaik untuk setiap penambahan konsentrasi *inhibitor*. Efisiensi inhibisi ekstrak rimpang jahe yang dihasilkan berbeda-beda tergantung pada konsentrasi *inhibitor* dan media korosif. Pada grafik dapat dilihat bahwa efisiensi inhibisi pada media korosif air tanah dapat mencapai 31,60 % pada konsentrasi *inhibitor* 30 ppm, hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut senyawa kompleks Fe-fenol terbentuk dengan sempurna dan menutupi seluruh permukaan baja.

3.3 Perubahan pH

Tabel 4. Perubahan pH

Variasi <i>Inhibitor</i> (ppm)	pH	Laju Korosi Rata-rata
0	4,150	2,161
10	7,130	1,705
20	6,840	1,600
30	6,960	1,478



Gambar 3. Perubahan pH Air

Hubungan laju *pH* terhadap konsentrasi *inhibitor* dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 3, dimana laju *PH* cenderung menurun untuk setiap penambahan konsentrasi *inhibitor* ekstrak rimpang jahe yang dihasilkan berbeda-beda tergantung konsentrasi *inhibitor* dan media korosif. Pada grafik dapat dilihat bahwa *pH* yang mendekati netral (7) pada konsentrasi *inhibitor* 30 *ppm* mencapai 6,96.

4. KESIMPULAN

- 1) Laju korosi internal pada pipa baja ST-41 dengan konsentrasi 0 *ppm* adalah 2.161 *mm/yr*, konsentrasi 10 *ppm* sebesar 1.705 *mm/yr*, konsentrasi 20 *ppm* sebesar 1.6 *mm/yr* dan konsentrasi 30 *ppm* sebesar 1.478 *mm/yr*. Laju korosi yang terendah pada konsentrasi 30 *ppm* sebesar 1.478 *mm/yr* karena *inhibitor* bekerja secara efektif menurunkan kandungan O₂ lebih kecil sebesar 2,31 dibandingkan kandungan O₂ sebelum dicampur jahe sebesar 5.90
- 2) Efisiensi *inhibitor* ekstrak rimpang jahe setelah pengujian korosi yaitu pada konsentrasi 10 *ppm* sebesar 0,210 %, konsentrasi 20 *ppm* sebesar 0,249 % dan konsentrasi 30 *ppm* sebesar 0,315 %. Efisiensi *inhibitor* yang tertinggi pada konsentrasi 30 *ppm* karena mampu menurunkan laju korosi yang paling optimal.
- 3) Perubahan *pH* air pada baja ST-41 setelah dicampur *inhibitor* ekstrak jahe pada konsentrasi 0 *ppm* sebesar 4.15, konsentrasi 10 *ppm* sebesar 7.13, konsentrasi 20 *ppm* sebesar 6.84 dan konsentrasi 30 *ppm* sebesar 6,96. Perubahan *pH* air ini menjadikan fluida tersebut menjadi kurang korosif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dalimunthe., dan Indra Surya. 2004. "Kimia Dari *Inhibitor* Korosi". Universitas Sumatera Utara; Jurnal Teknik Kimia.
- [2] Fajar Sidiq, M., 2011. "Analisa Pengendalian Laju Korosi Pada Pipa Minyak Bumi Lepas Pantai ".Jurnal Sains dan Teknologi MARITIM, Volume X No.1
- [3] Fajar Sidiq, M., 2013. "Analisa Korosi Dan Pengendaliannya". jurnal foundry, vol.3 no.1
- [4] Fajar Sidiq, M.,dkk, 2014. "Pengaruh *Inhibitor* Korosi Terhadap Laju Korosi Internal Pipa". jurnal Engineering, vol.9 no.2
- [5] Haryono, G., dan Sugiarto, B. 2010. "Ekstrak Bahan Alam sebagai *Inhibitor* Korosi". FTI UPN Veteran: Yogyakarta.
- [6] Indahsari,Elisa.2009."Manajemen Korosi Berbasis Resiko Pada Structur Jacket". Offshore Engineering. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- [7] Jones D.A. 1992. *Principles and Prevention of Corrosion*, Mc Millan Publishing Company.
- [8] Trethewey, K. R. & Chamberlain, J. 1991, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa* , PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [9] Uhlig. H.M. 2000, *Uhlig's Corrosion Handbook, Second Edition*, John Wiley & Sons, Inc.
- [10] Widharto,S. 1999. *Karat dan Pencegahannya*. Cetakan I. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.