



PENGARUH PENAMBAHAN INHIBITOR EKSTRAK TEMBAKAU TERHADAP LAJU KOROSI INTERNAL PIPA API 5L X-52 PADA ARTIFICIAL BRINE WATER DENGAN INJEKSI GAS CO₂

Rapli Nur Ahmadi^a, Soesaptri Oediyani^a, Gadang Priyotomo^{b,*}

^aJurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jalan Jendral Sudirman Km 3, Cilegon, Indonesia, 42435

^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI
Kawasan PUSPIPTEK, Gd. 474, Setu, Tangerang Selatan, Banten, 15314
E-Mail: *gada001@lipi.go.id

Masuk Tanggal : 27-08-2016, revisi tanggal : 30-12-2016, diterima untuk diterbitkan tanggal 09-01-2017

Intisari

Crude oil yang mengandung *brine water* dengan kadar NaCl dan HCO₃⁻ yang tinggi serta adanya gas CO₂ yang terlarut dapat meningkatkan potensi korosi pada pipa. Penggunaan inhibitor korosi alami menjadi alternatif baru untuk menyelesaikan masalah tersebut. Bahan alam dipilih sebagai alternatif karena bersifat aman, mudah didapatkan, bersifat *biodegradable*, biaya murah, dan ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak tembakau terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi yang dihasilkan dengan menambahkan pembaharuan penelitian berupa penginjeksian gas CO₂ secara kontinu yang belum ada pada penelitian sebelumnya. Pengujian pada penelitian ini menggunakan *spectroscopy* untuk mengetahui komposisi kimia sampel baja API 5L X-52, TLC. Densitometri digunakan untuk mengetahui kadar nikotin pada sampel tembakau. *Gamry Potensiostat Type 6.25* digunakan untuk pengujian polarisasi Tafel dan EIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data laju korosi baja API 5L X-52 mengalami penurunan dengan penambahan ekstrak tembakau. Penurunan optimum laju korosi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau pada larutan ABW 1 sebesar 8,95 mpy dan ABW 2 sebesar 9,87 mpy. Peningkatan optimum efisiensi inhibisi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau, untuk larutan ABW 1 sebesar 79,51% dan ABW 2 sebesar 80,94%. Efisiensi inhibisi mulai mengalami penurunan kembali pada penambahan 80 ppm, untuk larutan ABW 1 sebesar 42,32% dan ABW 2 sebesar 68,71%.

Kata Kunci: Baja API 5L X-52, inhibitor korosi, ekstrak tembakau, laju korosi, polarisasi

Abstract

Crude oil containing *brine water* with high concentration of NaCl and HCO₃ and the presence of dissolved CO₂ gas may increase the potential for corrosion in the pipeline. The use of natural corrosion inhibitor is one of the alternative to solve these problem. Natural materials were chosen as an alternative because it is safe, readily available, biodegradable, low cost, and environmentally friendly. This study was conducted to determine the effect of tobacco extracts on the rate of corrosion and inhibition efficiency. The novelty of this research is a continuous injection of CO₂ gas that does not exist in previous research. Spectroscopy analysis was conducted to determine the chemical composition of samples of steel API 5L X-52, TLC densitometry was used to determine the levels of nicotine in tobacco sauce. Gamry Potensiostat Type 6:25 was used for testing the corrosion behavior, using the Tafel polarization and EIS methods. The results show that, the corrosion rate of samples decreased with the addition of tobacco extracts. The addition of 60 ppm of tobacco extract in a solution decrease corrosion rate samples at 8.95 mpy in ABW 1 and 9.87 mpy in ABW 2. Optimum inhibition efficiency occurs upon the addition of 60 ppm tobacco extracts, for the solution of ABW 1 by 79.51% and amounted to 80.94% ABW 2. The inhibition efficiency began to decline by the addition of 80 ppm, to 42.32% in ABW 1 by and 68.71% in ABW 2.

Keywords: Steel of API 5L X-52, corrosion inhibitor, tobacco extracts, rate of corrosion, polarization

1. PENDAHULUAN

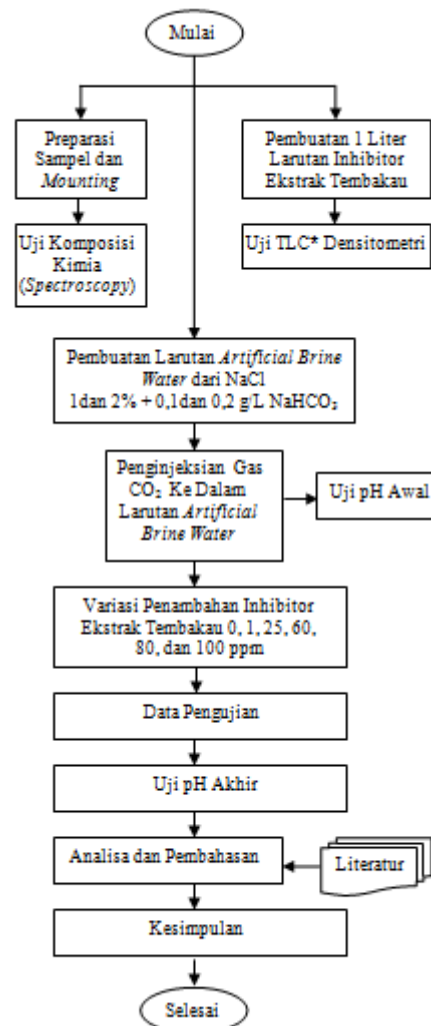
Korosi adalah kerusakan akibat reaksi kimia antara logam atau paduan logam dengan lingkungannya^[1]. Pada tahun 2003, Saudi Aramco melakukan studi untuk mengetahui biaya akibat korosi terhadap produksi minyak dan pemurniannya^[2]. Hasil studi menunjukkan bahwa 25% biaya perawatan *plant gassweetening* dikeluarkan untuk pengendalian korosi, 17% biaya perawatan *plant gas fractionation* untuk korosi, 28% biaya perawatan operasi produksi *onshore*, sedangkan untuk *offshore* dibutuhkan 60-70% biaya perawatan untuk korosi. Dalam proses pendistribusian minyak mentah (*crude oil*), sering dijumpai adanya masalah yang dapat mengganggu aliran fluida yang melewati pipa, khususnya pipa API 5L X-52 yang digunakan dalam aplikasi tersebut^[3]. Salah satu problematika yang sering terjadi pada proses pendistribusian *crude oil* adalah adanya *brine water* yang mengandung NaCl dan HCO₃⁻ yang tinggi serta adanya gas CO₂ yang terlarut. Adanya senyawa-senyawa tersebut pada pipa penyalur *crude oil* dapat meningkatkan potensi korosi, ditambah lagi dengan adanya injeksi gas CO₂ pada sumur minyak dapat menyebabkan korosi CO₂ pada pipa semakin meningkat^[4]. Selama ini, metode untuk memperlambat laju korosi internal di ladang-ladang minyak khususnya di dalam pipa penyalur *crude oil* adalah dengan menginjeksikan bahan-bahan kimia (inhibitor) ke dalam pipa tersebut. Oleh karena itu, salah satu cara efektif untuk mengisolir logam dari bahan korosi tersebut adalah dengan menggunakan inhibitor korosi.

Pemanfaatan tumbuhan sebagai inhibitor korosi (anti karat) merupakan suatu alternatif yang perlu dikaji terus menerus karena bahan alam biasanya lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan senyawa kimia buatan. Indonesia yang kaya dengan berbagai jenis tumbuhan, sangat memungkinkan menyimpan potensi yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan anti karat. Literatur ilmiah korosi telah mencatat sejumlah penelitian mengenai inhibitor dari bahan organik. Salah satu bahan inhibitor korosi yang memiliki potensi untuk digunakan yaitu ekstrak tembakau. Ilim *et al*^[4] pada tahun 2007 melaporkan bahwa dengan penambahan 100 ppm larutan ekstrak tembakau pada sampel uji *mild steel* yang direndam dalam air laut buatan dengan penambahan *bubling* CO₂ menghasikan efisiensi inhibisi sebesar 61,52%. Namun, kekurangan dari penelitian tersebut yaitu masih besarnya penambahan larutan ekstrak tembakau dan

efisiensi inhibisi yang masih kecil. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian kembali untuk mengetahui pengaruh penambahan inhibitor ekstrak tembakau terhadap laju korosi dan mengetahui efisiensi inhibisi yang dihasilkan secara optimal.

2. PROSEDUR PERCOBAAN

A. Diagram Alir Penelitian



*TLC = Thin Layer Chromato Scanner

Gambar 1. Diagram alir penelitian yang dilakukan

B. Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini, digunakan beberapa peralatan yaitu, *Gamry potensiostat type 6.25*, OES (*optical emission spectroscopy*), sel polarisasi, *auxiliary electrode* grafit, *standard electrode* Hg/HgCl₂, mesin *polishing*, *beaker glass* 100, 500, dan 1000 ml, labu ukur 1000 ml, *electric stove*, neraca digital, regulator gas CO₂, termometer, cawan petri, kertas amplas 240#, 400#, dan 600#, *blender*, PH meter, *magnetic stirrer*, pipet tetes 1 ml, pengaduk kaca, *screening* ukuran 40 #, plastik *wrap*, dan kertas saring.

C. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tembakau kering sebanyak ¼ kg, NaCl pro analisis, NaHCO₃ pro analisis, Baja API 5L X-52 (15 x 15 x 10 mm), Resin dan *hardener*, kabel listrik, *aquadest* dan gas CO₂.

D. Prosedur Penelitian

Sampel Baja API 5L X-52 untuk pengujian *spectroscopy*, pengamatan struktur mikro dan pengujian polarisasi dengan ukuran 15x15x10 mm.

Preparasi ekstrak tembakau sebanyak ¼ kg yang dilarutkan dalam 1500 ml *aquadest* pada temperatur 80 °C dan didiamkan selama 24 jam. 50 ml ekstrak tembakau untuk dilakukan pengujian kadar nikotin dengan TLC Densitometri.

Preparasi pembuatan blanko yaitu 0,1 dan 0,2 g/L NaHCO₃ + Variasi NaCl 1 dan 2% + injeksi gas CO₂.

Uji PH awal sebelum pengujian polarisasi. Uji Polarisasi Tafel dan EIS dengan variasi 0, 1, 25, 60, 80, dan 100 ppm, kemudian melakukan uji PH akhir sesudah pengujian polarisasi.

3. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Tembakau Terhadap Laju Korosi Pipa Baja API 5L X-52

Sampel baja API 5L X-52 yang digunakan pada penelitian ini, sebelumnya dilakukan pengujian karakterisasi kembali untuk memastikan sampel yang digunakan adalah baja API 5L X-52. Tabel 1 menunjukkan salah satu hasil pengujian karakterisasi yaitu komposisi kimia sampel baja API 5L X-52 dengan menggunakan *spectroscopy*.

Apabila dibandingkan dengan standar baja API 5L yakni *standar specification for line pipe*, spesifikasi baja API 5L X-52 memiliki spesifikasi komposisi sebagai berikut yaitu kadar C maksimal 0,28%, Mn maksimal 1,4%, dan Ti maksimal 0,04%^[5]. Berdasarkan perbandingan hasil pengujian karakterisasi dengan *specification for line pipe* maka dapat disimpulkan bahwa baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah benar baja API 5L X-52.

Tabel 1. Komposisi kimia sampel Baja API 5L X-52

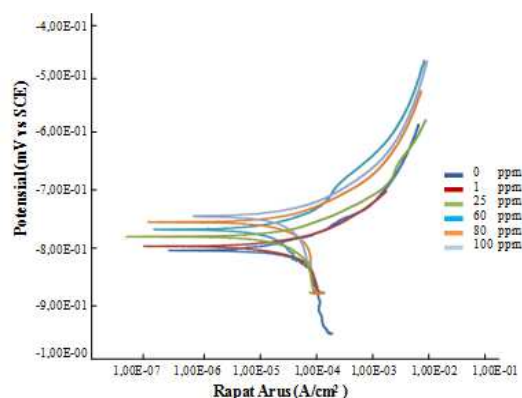
Kandungan Unsur Kimia	Kadar (%)	Kandungan Unsur Kimia	Kadar (%)
C	0,1506	W	0,0013
Si	0,2368	Ti	0,0013
S	0,0028	Sn	0,0083
P	0,0156	Al	0,0402
Mn	0,6744	Pb	-0,0004
Ni	0,0037	Nb	0,0015
Cr	0,0098	Zr	-0,0001
Mo	-0,0018	Zn	0,1816
V	0,0020	Fe	98,676
Cu	0,0055		

Selain itu, dilakukan pula pengujian kadar nikotin pada ekstrak tembakau dengan menggunakan *Thin Layer Chromato Scanner* (TLC) Densitometri. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian TLC densitometri

Sampel	Replikasi	Nikotin Dalam Sampel (µg)	Kadar Nikotin (% b/v)	AVG (% b/v)
Ekstrak	1	5,279	0,106	0,11
Tembakau	2	5,767	0,115	

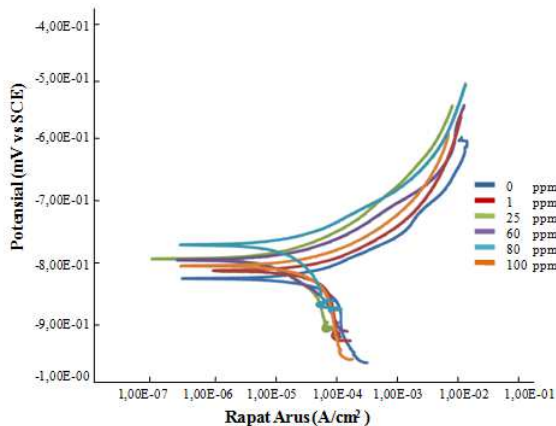
Berdasarkan data dari Tabel 2, dapat diketahui bahwa kandungan nikotin dalam sampel tembakau yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0,11 % b/v, sedangkan menurut penelitian Murdiyati, *et al* tahun 1991^[6], kandungan nikotin pada tembakau sekitar 0,5-8% b/v dari berat kering tembakau. Dapat disimpulkan bahwa kandungan nikotin dalam sampel tembakau penelitian ini sangat sedikit apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 2. Kurva polarisasi baja API 5L X-52 dalam campuran larutan NaCl 1%, 0,1 g/L NaHCO₃, yang diinjeksi gas CO₂ dengan variasi penambahan inhibitor ekstrak tembakau

Berdasarkan hasil pengujian polarisasi elektrokimia metode *tafel* dengan *software Gamry 6.25*, didapatkan nilai laju korosi untuk setiap penambahan ekstrak tembakau pada sampel baja API 5L X-52 yang direndam dalam

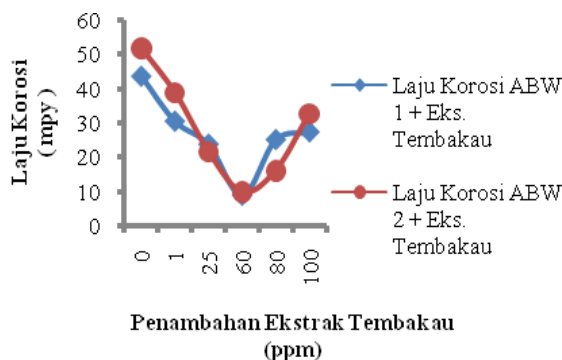
campuran larutan NaCl 1 dan 2%, NaHCO₃ 0,1 dan 0,2 g/L, yang diinjeksi gas CO₂ secara kontinu. Hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 3. Kurva polarisasi baja API 5L X-52 dalam campuran larutan NaCl 2%, 0,2 g/L NaHCO₃, yang diinjeksi gas CO₂ dengan variasi penambahan inhibitor ekstrak tembakau

Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa penambahan inhibitor ekstrak tembakau dari 1 sampai 60 ppm dapat menurunkan rapat arus anodik dan katodik yang mengakibatkan laju korosi mengalami penurunan sebagaimana yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 serta Gambar 4.

Berdasarkan data pada Tabel 4 dan Gambar 4, penurunan optimum laju korosi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau pada larutan ABW 1 sebesar 8,95 mpy dan ABW 2 sebesar 9,87 mpy. Penurunan laju korosi ini terjadi karena zat nikotin pada tembakau bereaksi dengan ion besi pada baja API 5L X-52 menjadi ion heksaamin besi (II).



Gambar 4. Grafik hasil pengamatan laju korosi pada baja API 5L X-52

Tabel 3. Hasil pengukuran nilai E_{corr} dan I_{corr}

Penambahan Ekstrak Tembakau	Gambar 2		Gambar 3	
	E _{corr} (mV)	I _{corr} (A/cm ²)	E _{corr} (mV)	I _{corr} (A/cm ²)
0	-801,9	95,47 E ⁻⁶	-769,7	113,1 E ⁻⁶
1	-742,1	66,82 E ⁻⁶	-757,4	84,93 E ⁻⁶
25	-786,0	52,10 E ⁻⁶	-739,0	47,21 E ⁻⁶
60	-766,6	19,56 E ⁻⁶	-740,9	21,56 E ⁻⁶
80	-754,2	55,06 E ⁻⁶	-717,1	35,40 E ⁻⁶
100	-744,3	60,00 E ⁻⁶	-748,9	71,49 E ⁻⁶

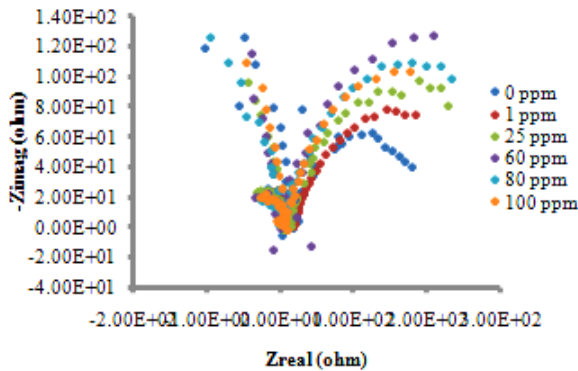
Tabel 4. Hasil pengamatan laju korosi ekstrak tembakau

Penambahan Ekstrak Tembakau (ppm)	Laju Korosi pada ABW 1 (mpy)	Laju Korosi pada ABW 2 (mpy)
0	43,69	51,77
1	30,58	38,87
25	23,85	21,61
60	8,95	9,87
80	25,20	16,20
100	27,46	32,72

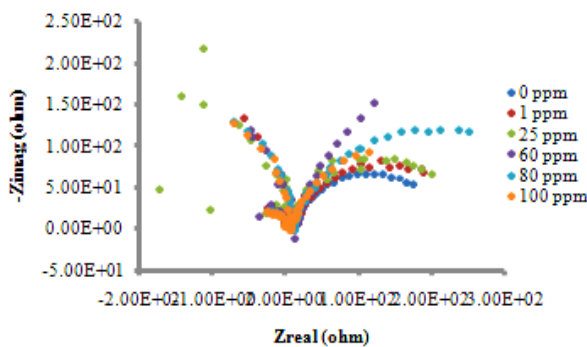
Pada reaksi tersebut, ion Fe²⁺ diikat oleh atom N dengan ikatan rangkap. Senyawa kompleks ini bersifat stabil, tidak mudah dioksidasi dan akan menyelubungi permukaan logam besi sehingga proses korosi pun bisa dihambat^[7]. Setelah dilakukan penambahan 80 dan 100 mpy ekstrak tembakau pada ABW 1 dan ABW 2, laju korosi kembali meningkat. Fenomena ini dapat terjadi karena senyawa pada inhibitor yang digunakan tidak lagi sesuai dengan material dan PH lingkungannya sehingga kemampuan dalam menahan laju korosi menurun^[8].

Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat dilihat perubahan nilai E_{corr} penambahan inhibitor ekstrak tembakau dari 0 sampai 100 ppm. Pada kolom data Gambar 2 perubahannya mencapai -59,8 mV dan kolom data Gambar 3 mencapai -12,3 mV. Sedangkan dengan penambahan optimum 100 ppm perubahannya mencapai -57,6 mV untuk data Gambar 2 dan -20,8 mV untuk data Gambar 3. Menurut Ferreira *et. al*(2004)^[9], apabila perubahan potensial korosi pada baja setelah ditambahkan inhibitor korosi > 85 mV, maka inhibitor tersebut dapat dikategorikan sebagai tipe katodik atau anodik. Apabila perubahan potensial korosi pada baja setelah ditambahkan inhibitor korosi < 85 mV, maka inhibitor tersebut dikategorikan sebagai inhibitor campuran. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak tembakau dapat dikatakan sebagai tipe inhibitor campuran yaitu inhibitor yang mengendalikan korosi dengan cara menghambat proses korosi di katodik maupun anodik secara bersamaan. Data nilai rapat arus (I_{corr}) korosi ekstrak tembakau untuk kurva polarisasi pada Gambar 2 maupun

3 mengalami penurunan dengan penambahan jumlah inhibitor. Semakin kecil nilai rapat arus, maka laju korosi semakin turun. Efektivitas ekstrak tembakau sebagai inhibitor korosi tidak terlepas dari kandungan nitrogen yang terdapat dalam senyawa kimia. Unsur nitrogen yang dikandung berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap logam Fe^{2+} untuk membentuk senyawa kompleks. Medium korosif seperti CO_2 akan menghasilkan $FeCO_3$, kemudian oksidasi lanjutan membentuk Fe_2CO_3 . Kemudian ditambahkan inhibitor nikotin, yang akan bereaksi dengan Fe^{2+} menghasilkan senyawa kompleks ion heksan nikotin besi (II) sehingga mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, akibatnya sampel besi atau baja yang diberikan inhibitor ekstrak nikotin akan lebih tahan (ter-proteksi) terhadap korosi^[7].



Gambar 5. Kurva *nyquist* EIS baja API 5L X-52 dalam campuran larutan NaCl 1%, 0,1 g/L $NaHCO_3$, yang diinjeksi gas CO_2 dan variasi penambahan inhibitor ekstrak tembakau



Gambar 6. Kurva *nyquist* EIS baja API 5L X-52 dalam campuran larutan NaCl 2%, 0,2 g/L $NaHCO_3$, yang diinjeksi gas CO_2 dengan variasi penambahan inhibitor ekstrak tembakau

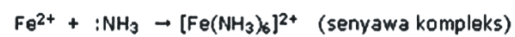
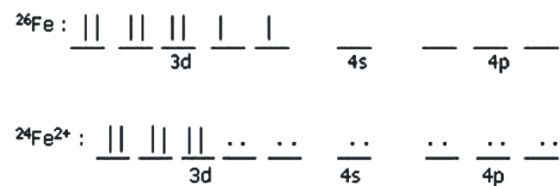
Pada penelitian ini, dilakukan pula pengujian EIS yang bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan tahanan permukaan baja API 5L X-52 pada lingkungan campuran NaCl 1 dan 2%, $NaHCO_3$ 0,1 dan 0,2 g/L, gas CO_2 dan variasi penambahan inhibitor ekstrak tembakau. Perubahan impedansi ini dapat menjadi indikasi dan meningkatkan

kemungkinan terjadinya korosi pada baja. Perubahan tahanan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 serta Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran tahanan polarisasi (R_p)

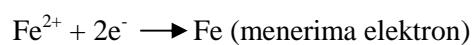
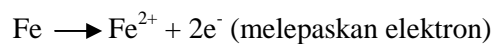
Penambahan Ekstrak Tembakau (ppm)	Gambar 5 R_p (ohm)	Gambar 6 R_p (ohm)
0	123,8	127,5
1	150,1	149,1
25	152,2	142,2
60	179,8	233,9
80	154,1	132,7
100	152,8	130,1

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 serta Tabel 3, penambahan inhibitor menyebabkan diameter lingkaran semi kurva *nyquist* semakin besar hingga 60 ppm dibandingkan tanpa inhibitor. Secara umum, hal ini dapat dijelaskan bahwa jumlah elektron atau ion-ion mengalir melalui antar muka sangat kecil, yaitu tingkat nilai impedansi yang besar menimbulkan penurunan aktivitas antar muka, sehingga laju korosi semakin turun^[9]. Mekanisme proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Mekanisme proteksi inhibitor pada pembentukan senyawa kompleks besi^[7]

Berdasarkan mekanisme proteksi inhibitor pada Gambar 7. Reaksi yang terjadi antara logam Fe^{2+} dengan medium korosif seperti CO_2 diperkirakan menghasilkan $FeCO_3$, oksidasi lanjutan menghasilkan $Fe_2(CO_3)_3$ dan reaksi antara Fe^{2+} dengan inhibitor ekstrak bahan alam menghasilkan senyawa kompleks. Inhibitor ekstrak bahan alam yang mengandung nitrogen mendonorkan sepasang elektronnya pada permukaan logam *mild steel* ketika ion Fe^{2+} terdifusi ke dalam larutan elektrolit, reaksinya adalah



Dari reaksi tersebut produk yang terbentuk mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, sehingga sampel besi/baja yang diberikan inhibitor ekstrak bahan alam akan

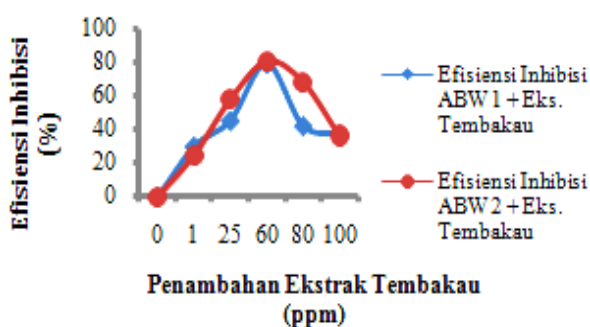
lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi. Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 5. Penambahan inhibitor ekstrak tembakau dapat meningkatkan dan juga menurunkan nilai tahanan larutan. Data kurva *nyquist* pada Gambar 5 dan 6 mengalami peningkatan nilai R_p dari 123,8 ohm (0 ppm) hingga 179,8 ohm (60 ppm) dan mengalami penurunan 154,1 hingga 152 ohm (80 dan 100 ppm). Sedangkan untuk data kurva *nyquist* pada Gambar 7 mengalami peningkatan nilai R_p dari 127,5 ohm (0 ppm) hingga 233,9 ohm (60 ppm) dan mengalami penurunan 132,7 hingga 130,1 ohm (80 dan 100 ppm).

B. Efisiensi Inhibisi Yang Dihasilkan Dari Setiap Penambahan Ekstrak Tembakau

Berdasarkan pengujian polarisasi elektrokimia dengan *software Gamry 6.25*, dilakukan perhitungan efisiensi inhibisi terhadap penambahan ekstrak tembakau berdasarkan data hasil uji laju korosi. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 8.

Tabel 6. Hasil perhitungan efisiensi inhibisi ekstrak tembakau

Penambahan Ekstrak Tembakau (ppm)	Efisiensi Inhibisi pada ABW 1 (%)	Efisiensi Inhibisi pada ABW 2 (%)
0	0	0
1	30,01	24,92
25	45,41	58,26
60	79,51	80,94
80	42,32	68,71
100	37,15	36,79



Gambar 8. Grafik hasil perhitungan efisiensi inhibisi

Salah satu contoh perhitungan untuk mendapatkan efisiensi inhibisi tersebut yaitu sebagai berikut:

Efisiensi Inhibisi :

$$\frac{\text{Laju Korosi Blanko} - \text{Laju Korosi Setelah Penambahan Inhibitor}}{\text{Laju Korosi Blanko}} \times 100\%$$

Efisiensi Inhibisi *Artificial Brine Water* 1

(AWB 1) :

$$\frac{\text{Laju Korosi ABW 1} - \text{Laju Korosi dengan 1 ppm Ekstrak Tembakau}}{\text{Laju Korosi ABW 1}} \times 100\%$$

$$\frac{43,69 \text{ mpy} - 30,58 \text{ mpy}}{43,69 \text{ mpy}} \times 100\%$$

Efisiensi inhibisi *artificial brine water* 1 (AWB 1) = 30,01%

Berdasarkan data hasil perhitungan efisiensi inhibisi ekstrak tembakau pada Tabel 7, dapat diketahui bahwa efisiensi inhibisi mengalami peningkatan dengan penambahan ekstrak tembakau. Peningkatan optimum efisiensi inhibisi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau, untuk larutan ABW 1 sebesar 79,51% dan ABW 2 sebesar 80,94%. Sedangkan efisiensi inhibisi mulai mengalami penurunan kembali pada penambahan 80 ppm, untuk larutan ABW 1 sebesar 42,32% dan ABW 2 sebesar 68,71%. Hal ini terjadi karena jumlah elektron atau ion-ion yang mengalir melalui antar muka sangat kecil, yaitu tingkat nilai impedansi yang besar menimbulkan penurunan aktivitas antar muka, sehingga laju korosi semakin turun^[9].

4. KESIMPULAN

Laju korosi mengalami penurunan dengan penambahan ekstrak tembakau. Penurunan optimum laju korosi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau pada larutan ABW 1 sebesar 8,95 mpy dan ABW 2 sebesar 9,87 mpy. Efisiensi inhibisi mengalami peningkatan dengan penambahan ekstrak tembakau. Peningkatan optimum efisiensi inhibisi terjadi pada penambahan 60 ppm ekstrak tembakau, untuk larutan ABW 1 sebesar 79,51% dan ABW 2 sebesar 80,94%. Sedangkan efisiensi inhibisi mulai mengalami penurunan kembali pada penambahan 80 ppm, untuk larutan ABW 1 sebesar 42,32% dan ABW 2 sebesar 68,71%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI yang telah mendanai penelitian ini dari kegiatan Kompetensi Inti tahun 2015. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada PT. KHI Pipe Industries Cilegon yang telah memberikan sampel pipa baja API 5L X-52 untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jones, D.A., "Principle and Prevention of Corrosion", Mc. Millan Publishing Company, New York, 1991.
- [2] R. Tems, & A.M. Al-Zahrani, "Cost of Corrosion in Oil Production & Refining", *Saudi Aramco Journal of Technology.*, pp. 2-14, 2006.
- [3] M. Syahri, & B. Sugiarto, "Scale Treatment pada Pipa Distribusi Crude Oil secara Kimiawi," *Prosiding Seminar Nasional Teknoin, Bidang Teknik Kimia dan Tekstil.*, ISBN: 978-979-3980-15-7, 2008.
- [4] Ilim, Kamsiah D dan Sudrajat, "Studi Penggunaan Tumbuhan Tembakau, Teh dan Kopi Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak Dalam Air Laut Buatan yang Jenuh CO₂," *Jurnal Sains MIPA UNILA.*, ISSN : 1978 – 1873, 2007.
- [5] American Petroleum Institute. *API Specification 5L for Pipeline 43rd*. Edition. American Petroleum Institute. 2004.
- [6] Murdiyati, A.S., Joko-Hartono, S.H. Isdijoso, dan Suwarso, "Upaya penelitian tembakau voor-oogst dalam mengantisipasi penerapan ketentuan kandungan nikotin dan tar," *Makalah disampaikan dalam Rapat Teknis Perkebunan di Solo Jawa Tengah, tanggal 4-5 November 1991.* Balittas, Malang, 1991.
- [7] Drastinawati dan Sri Irianty, Rozanna, "Pemanfaatan Ekstrak Nikotin Limbah Puntung Rokok sebagai Inhibitor Korosi," *Jurnal Teknobiologi.*, IV(2), pp. 91 – 97, 2013.
- [8] P.R. Roberge, *Handbook of Corrosion Engineering.* New York : McGraw Hill, pp. 835, 1999.
- [9] E.S. Ferreira, et. Al, "Evaluation of the Inhibitor Effect of L-ascorbic Acid on the Corrosion of Mild Steel," *Materials Chemistry and Physics.*, Vol. 83, issue. 1, pp. 129-134, 2004.
- [10] P.C.Lin, I. W Sun, J.K Chang, .C.J Su, Jing C. Lin, "Corrosion Characteristics of Nickel, copper, and stainless steel in a Lewis Neutral Chloro Aluminate Ionic Liquid," *Corrosion Science.*, Vol. 53, No.12, pp. 4318-4323, 2011.