

PEMANFAATAN EKSTRAK PUNTUNG ROKOK MENGGUNAKAN METODE *ULTRASONIC BATH* SEBAGAI PENGENDALI LAJU KOROSI PADA BAJA API 5L

¹Muhammad Nurul Huda, ²Iman Saefuloh, ³Nufus Kanani

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten

³Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten

[1nurulhuda0325@gmail.com](mailto:nurulhuda0325@gmail.com), [2naylasyifa73@yahoo.co.id](mailto:naylasyifa73@yahoo.co.id), [3nufuskanani.untirta@gmail.com](mailto:nufuskanani.untirta@gmail.com)

INFO ARTIKEL

Diterima : 24 Desember 2020

Direvisi : 07 Januari 2021

Disetujui : 18 Januari 2021

Kata Kunci :

Ekstrak Puntung Rokok, Inhibitor, Baja API 5L, Korosi, Laju Korosi, Efisiensi Inhibisi.

ABSTRAK

Dengan memanfaatkan bahan alami seperti puntung rokok sebagai upaya untuk mengurangi limbah dan juga dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor untuk mencegah laju korosi. Penelitian metode yang digunakan adalah *ultrasonic bath* sebagai metode ekstraksi serta kehilangan berat untuk menentukan laju korosi dan nilai efisiensinya. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi laju korosi pada Baja API 5L menggunakan ekstrak puntung rokok dengan konsentrasi inhibitor 1%; 3%; 5%; 7%; dan 9% dan tanpa inhibitor. Untuk medium korosi yang digunakan adalah NaCl dan HCl. Sampel direndam dalam medium korosi dengan penambahan inhibitor dan non-inhibitor. Lama perendaman yaitu 10 hari. Laju korosi berkurang seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok. Nilai efisiensi terhitung mencapai 98% pada medium korosi NaCl dan 81% pada medium korosi HCl dengan konsentrasi inhibitor sebanyak 9%.

I. PENDAHULUAN

Puntung rokok merupakan limbah yang banyak dijumpai di lingkungan sehingga dapat merusak lingkungan dan kebersihan. Menurut studi laboratorium, terdapat bahan-bahan kimia yang ada di dalam rokok seperti nikotin, arsenik, hidrocarbon aromatic polisiklik yang dapat mencemari lingkungan [1]. Korosi didefinisikan sebagai suatu kerusakan atau penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh reaksi dengan lingkungan. Korosi merupakan proses alami yang tidak akan pernah berhenti atau akan terus terjadi selama material logam tersebut mengalami kontak dengan lingkungannya. Akan tetapi pada proses korosi dapat dikendalikan, diminimalisasi atau diperlambat proses perusakannya [2]. Kerugian yang diakibatkan oleh korosi menimbulkan dampak bagi industri dan juga konstruksi. Proses pengurangan laju korosi dapat dilakukan dengan penambahan inhibitor. Inhibitor korosi digunakan karena biaya yang diperlukan relatif lebih murah dan juga mudah dalam penggunaannya. Selain itu dibutuhkan juga inhibitor yang aman, mudah didapatkan, bersifat biodegradable, dan ramah lingkungan. Inhibitor yang ramah lingkungan berasal dari bagian tumbuhan [3].

Efektivitas ekstrak pada tembakau yang mengandung senyawa-senyawa kimia antara lain nikotin hidrazin, alanin, quinolin dan lain-lain yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi yang tidak lepas dari kandungan nitrogen yang terdapat dalam senyawa kimia tersebut. Dari senyawa-senyawa tersebut dapat diketahui bahwa sebagian besar tanaman tembakau yang dihasilkan untuk memproduksi rokok memberikan gambaran bahwa limbah dari rokok yaitu puntung rokok dapat dimanfaatkan untuk inhibitor korosi yang selama ini belum dimanfaatkan dan terkesan sebagai limbah yang mencemari lingkungan dan kebersihan [4].

Inhibitor adalah senyawa yang jika ditambahkan dengan konsentrasi yang kecil didalam lingkungan elektrolit yang akan menurunkan laju korosi. Nikotin merupakan salah satu inhibitor alam yang murah dan mudah didapatkan. Terutama dari limbah puntung rokok yang melimpah dan belum termanfaatkan. Cara kerja nikotin sebagai inhibitor dengan cara mendonorkan atom nitrogen pada nikotin kepada atom Fe+2 sehingga terbentuk senyawa kompleks $[Fe(NH_3)_6]^{+2}$. Senyawa ini memiliki kestabilan yang lebih tinggi daripada Fe, sehingga dapat digunakan sebagai proteksi dalam korosi. [4]. Inhibitor digunakan untuk melindungi bagian dalam struktur dari serangan korosi yang diakibatkan oleh fluida yang mengalir atau tersimpan didalamnya. Inhibitor biasanya ditambahkan sedikit dalam lingkungan asam, air pendingin, uap, maupun lingkungan lain.

Keuntungan menggunakan inhibitor antara lain: menaikan umur struktur atau bahan, mencegah berhentinya suatu proses produksi, mencegah kecelakaan akibat korosi, menghindari kontaminasi produk dan lain sebagainya. Penggunaan inhibitor hingga saat ini masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi internal pada logam, dan dijadikan sebagai pertahanan utama industri proses dan ekstraksi minyak. Inhibitor merupakan metode perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, inhibitor mudah diaplikasikan dan tingkat keefektifan paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas.

Pada penelitian sebelumnya haidar telah melakukan penelitian untuk memanfaatkan ekstrak nikotin limbah puntung rokok sebagai inhibitor korosi pada baja dengan

pengambilan ekstrak nikotin menggunakan metode maserasi selama 24 jam dan diperoleh kesimpulan bahwa nikotin yang ada dalam limbah puntung rokok dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor alami untuk memperlambat laju korosi [5]. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan metode *ultrasonic bath*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi pada baja API 5L dengan menggunakan ekstrak puntung rokok menggunakan metode *ultrasonic bath*, dengan mevariasikan konsentrasi inhibitor dan waktu perendaman dalam medium korosif Natrium Klorida dan Asam Klorida 1 M.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menentukan nilai laju korosi pada penelitian ini ialah metode kehilangan berat atau *weight loss*. Dimana sampel baja API 5L, tampak pada Gambar 1, yang sudah direndam pada medium korosif dengan penambahan variasi konsentrasi inhibitor sebesar 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% mencapai waktu korosi yang diinginkan selama 10 hari dan melakukan pengamatan dengan SEM S-3400N.

Pengujian laju korosi pada Baja API 5L dalam larutan NaCl dan HCl tanpa dan dengan menggunakan inhibitor dengan ekstrak puntung rokok menunjukkan hasil yang berbeda. Maka dapat dilihat bahwa inhibitor ekstrak puntung rokok bertujuan untuk memperlambat reaksi yang terjadi antara baja dengan medium korosif yang di berikan.

$$\text{Laju Korosi} = \frac{KxW}{AxTxD} \quad (1)$$

Dimana :

K = Konstanta

T = Waktu ekspos (jam)

A = Luas permukaan logam (cm²)

W = Kehilangan berat (gram)

D = Densitas logam (gram/cm³)

Efisiensi inhibitor menunjukkan persentase penurunan laju korosi pada baja akibat penambahan inhibitor ekstrak puntung rokok. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi inhibitor} = \frac{X_A - X_B}{X_A} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

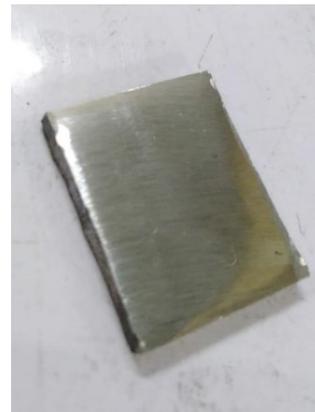
X_A = Laju korosi pada wadah tanpa inhibitor

X_B = Laju korosi pada wadah dengan penambahan inhibitor

A. Pembuatan sampel baja

Sampel baja dipotong berbentuk plat dengan ukuran 2x2 cm dengan ketebalan 0,3 cm. Setelah dipotong baja dihaluskan permukaannya menggunakan kertas amplas 120 *mesh* agar permukaannya halus. Kemudian permukaan baja yang sudah halus dicuci menggunakan larutan aseton untuk menghilangkan kotoran yang menempel di permukaan baja

tersebut. Selanjutnya baja dikeringkan dengan menggunakan *hair dryer*. Baja yang kering kemudian ditimbang dan hasilnya dinyatakan sebagai massa awal.



Gambar 1 Sampel baja API5L

B. Pembuatan inhibitor ekstrak puntung rokok

Pembuatan inhibitor dari ekstrak puntung rokok dilakukan dengan cara menghaluskan tembakau yang sudah dilepas dari kertasnya dengan cara memblender tembakau yang sudah dikeringkan sampai halus, mengayak bubuk tembakau yang sudah dihaluskan dengan menggunakan saringan 80 mesh. Setelah itu bubuk tembakau yang telah disaring ditimbang sebanyak 10 gram dengan menggunakan timbangan digital, setelah itu dimasukkan kedalam gelas beaker 500 ml, kemudian membuat larutan dengan campuran *etanol* – *aquades* dengan perbandingan 1:4 pada labu ukur 200 ml. Hasil dari percampuran tersebut kemudian dimasukkan kedalam gelas beaker yang berisi 10 gram bubuk tembakau diaduk hingga merata. Setelah itu dimasukkan ke dalam *ultrasonic bath* guna mengekstrak tembakau selama 60 menit.

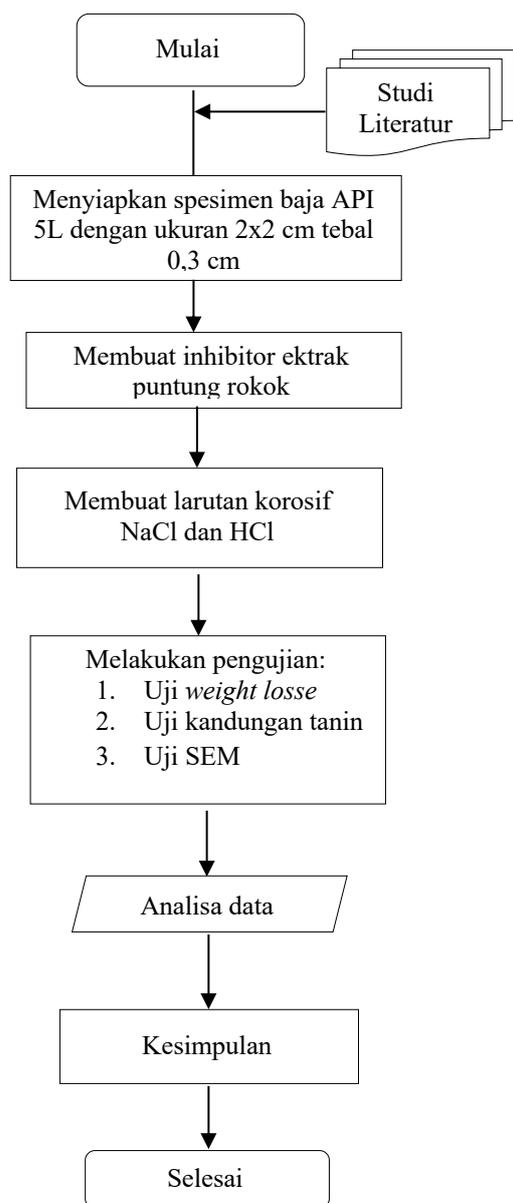
Hasil dari ekstraksi kemudian difitrasi menggunakan kertas saringan guna memisahkan fitrat dan residu. Kemudian fitrat hasil penyaringan dievaporasi (penguapan) menggunakan alat penguap putar vakum (*rotary evaporator*) guna memisahkan pelarut atau *solven* dari larutan, sehingga mendapatkan larutan yang pekat dengan konsentrasi lebih tinggi.

C. Pembuatan larutan medium korosif NaCl dan HCl

Pelartan NaCl dilakukan dengan cara NaCl ditimbang sebanyak 5,9 gram, setelah itu melakukan pelarutan dengan cara memasukan 5,9 gram NaCl kedalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai batas labu ukur tersebut. Sedangkan untuk pengenceran HCl dilakukan dengan cara mengambil 0,82 ml lautan HCl dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml dengan penambahan aquades sampai tanda batas labu ukur tersebut.

D. Proses perendaman

Gambar 2 merupakan diagram alir proses perendaman material pada medium korosif dengan penambahan inhibitor dan *non-inhibitor*.



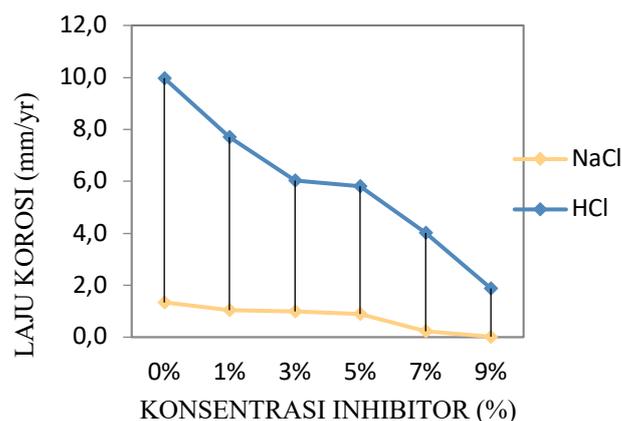
Gambar 2 Diagram alir proses perendaman sampel

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Laju korosi sebelum dan sesudah penambahan inhibitor ekstrak puntung rokok

Pada pengujian laju korosi, larutan inhibitor dengan variasi konsentrasi (1%, 3%, 5%, 7%, 9%) ditambahkan pada medium korosif yaitu NaCl dan HCl. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 3. Bahwa hasil dari Gambar 3 pada pelarut NaCl dan HCl menunjukkan bahwa uji korosif dengan medium korosif HCl menggunakan bahan inhibitor ekstrak puntung rokok memperoleh nilai laju korosif lebih tinggi di bandingkan medium korosif NaCl. Hal ini terjadi karena inhibitor ekstrak puntung rokok berfungsi untuk memperlambat laju korosif yang terjadi pada material baja API 5L.

LARUTAN KOROSIF NaCl dan HCl



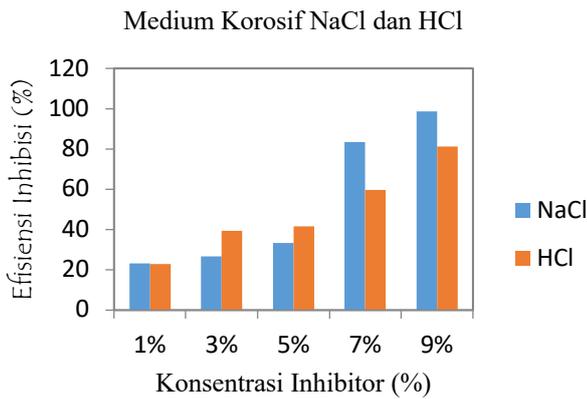
Gambar 3 Grafik pengaruh konsentrasi ekstrak inhibitor terhadap laju korosif baja API 5L dengan perendaman Medium Korosif NaCl dan HCl

Pada penelitian ini inhibitor ekstrak puntung rokok berfungsi sebagai penghambat laju korosif dikarenakan tanin yang terdapat pada ekstrak puntung rokok tersebut mempunyai kemampuan untuk membentuk senyawa kompleks. Nikotin memiliki gugus atom yang mengandung atom oksigen dan nitrogen dalam bentuk O-H, N-H, C=O yang teradsorpsi pada permukaan logam sehingga dapat menghambat laju korosi [6]. Hal tersebut diperkuat dengan hasil perendaman ekstrak puntung rokok pada Gambar 2 medium korosif NaCl dan HCl terlihat bahwa laju korosif menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok, menurut Mahgoub gugus atom tersebut berperan sebagai donor elektron pada permukaan logam yang berkaitan dengan molekul inhibitor sehingga menyebabkan peningkatan densitas elektron.

Peningkatan densitas elektron menyebabkan terjadinya inhibisi korosi. Sehingga peningkatan konsentrasi inhibitor dapat menghambat laju korosi [7]. Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak puntung rokok efektif dalam menurunkan laju korosif pada Baja API 5L dalam medium korosif NaCl dan HCl. Perbedaan nilai laju korosi NaCl dan HCl disebabkan oleh tingkat keasaman yang berbeda dari kedua medium korosif tersebut.

2. Efisiensi inhibitor

Penambahan larutan inhibitor dapat mengurangi laju korosif dan mampu menaikkan efisiensi inhibisinya. Nilai efisiensi ini bergantung pada kemampuan dari inhibitor untuk melapisi baja dan dapat menghambat laju korosi. Nilai efisiensi inhibisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2. Dalam perendaman medium korosif NaCl dan HCl selama 10 Hari dengan penambahan inhibitor mempunyai sifat menurunkan laju korosi dan penghambatan dapat diukur dengan nilai efisiensi inhibisi. Hasil penelitian dengan metode pelapisan dapat dilihat pada gambar 4.

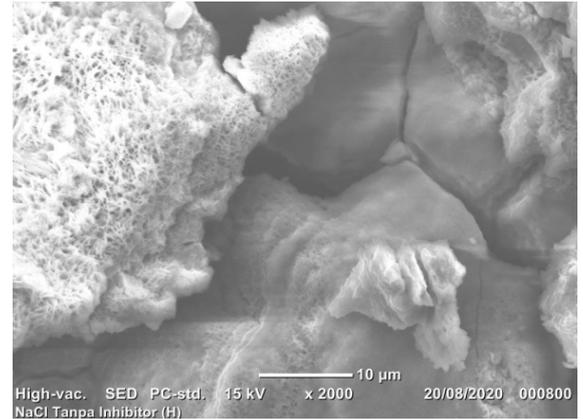


Gambar 4 Grafik pengaruh konsentrasi larutan inhibitor terhadap efisiensi inhibisi yang direndam dalam medium korosif NaCl dan HCl pada perendaman 10 hari.

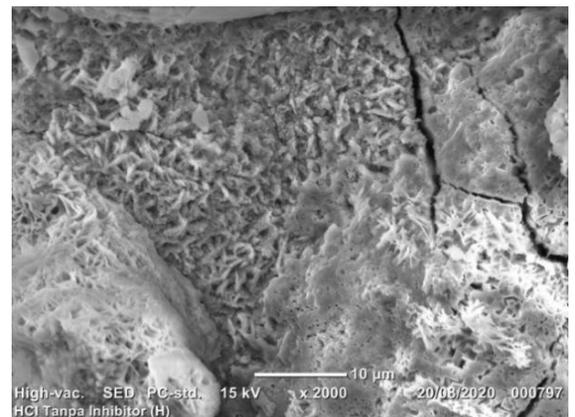
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai efisiensi inhibisi ekstrak puntung rokok cenderung naik dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok yang diberikan, terlihat nilai efisiensi inhibitor ekstrak puntung rokok tertinggi mencapai 98% pada inhibitor ekstrak puntung rokok dengan konsentrasi 9% pada medium korosif NaCl sedangkan medium korosif HCl menunjukkan bahwa peningkatan nilai efisiensi dengan kenaikan konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok 9% nilai efisiensi inhibisi yang paling tinggi mencapai nilai 81% pada konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok 9% dalam waktu perendaman 10 hari. Berdasarkan gambar 3 didapat efisiensi inhibisi ekstrak puntung rokok semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang diberikan. Untuk nilai efisiensi paling tinggi yaitu inhibitor 9% pada medium korosif NaCl sebesar 98% dan konsentrasi inhibitor 9% pada medium korosif HCl sebesar 81%.

Sedangkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh rapli [8] efisiensi mengalami peningkatan dengan penambahan ekstrak tembakau peningkatan maksimal laju korosi terjadi dengan penambahan 6% ekstrak tembakau untuk medium korosif air asin buatan 1 sebesar 79,51% dan untuk air asin buatan 2 sebesar 80,94% . Hal ini menunjukkan bahwa inhibitor ekstrak puntung rokok efisien dalam menurunkan laju korosi pada Baja API 5L dalam medium korosif NaCl dan HCl.

3. Foto morfologi permukaan baja API 5L
 - a. Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari Baja API 5L dengan 2000x pembesaran tanpa menggunakan inhibitor dengan waktu perendaman 10 hari pada medium korosif NaCl dan HCl.



Gambar 5 foto hasil SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari baja API 5L dengan 2000x pembesaran di rendam pada pelarut medium korosif NaCl selama 10 hari tanpa inhibitor



Gambar 6 foto hasil SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari baja API 5L dengan 2000x pembesaran di rendam pada pelarut medium korosif HCl selama 10 hari tanpa inhibitor

Pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa permukaan Baja API 5L yang tidak di lapiasi inhibitor sangat terkorosif permukaannya di tandai dengan kerusakan pada hampir disetiap seluruh permukaan baja dengan terlihat lubang-lubang pada permukaan dan permukaan sangat tidak rata dan banyak retakan-retakan pada permukaan, hal ini lah yang menyebabkan terjadinya korosi, karena keduanya adalah jalan masuk untuk oksigen sehingga laju korosi pada baja meningkat. Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adhi menjelaskan bahwa adanya teori korosi local yaitu korosi celah, korosi sumuran dan korosi retak tegangan yang disebabkan oleh kerapuhan pada lapisan oksida [6].

- b. Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari Baja API 5L dengan 2000x pembesaran dengan menggunakan inhibitor ekstrak puntung roko dengan konsentrasi sebesar 9% dengan waktu perendaman 10 hari pada medium korosif NaCl.

IV. KESIMPULAN

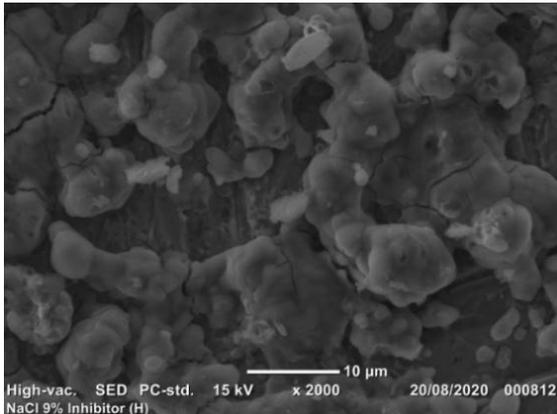
Pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok semakin tinggi konsentrasi inhibitor ekstrak puntung rokok yang ditambahkan maka laju korosi semakin rendah. Efisiensi inhibisi ekstrak puntung rokok semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor yang digunakan. Hasil perendaman antara Baja API 5L yang menggunakan inhibitor ekstrak puntung rokok dan tanpa menggunakan inhibitor ekstrak puntung rokok jelas berbeda terbukti bahwasannya Baja API 5L yang tidak menggunakan inhibitor akan lebih cepat terkorosi dibandingkan dengan menggunakan inhibitor. Persentase efisiensi inhibisi terbaik pada pelarut medium korosif NaCl dengan penambahan konsentrasi inhibitor sebanyak 9% yaitu NaCl sebesar 98% dan konsentrasi inhibitor 9% pada medium korosif HCl sebesar 81% dari hasil uji SEM terlihat bahwa kerusakan pada material dengan tidak diberikan inhibitor mengalami kerusakan yang cukup banyak hampir pada setiap permukaan dengan penambahan inhibitor terhadap material mengurangi tingkat kerusakan pada material tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

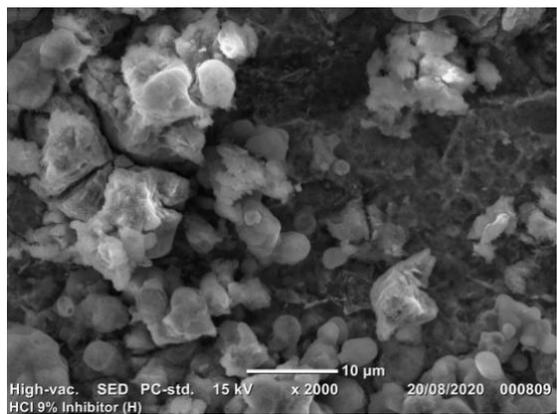
Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaian artikel ini, terutama kepada bapak Iman Saefuloh selaku pembimbing tugas akhir satu Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten dan ibu Nufus Kanani selaku pembimbing tugas akhir dua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten, atas bimbingannya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Prasetyo, Gigih Lintang, et al. "POTENSI KANDUNGAN ASETON DARI LIMBAH PUNTUNG ROKOK". *Khazanah: Jurnal Mahasiswa* 10.2 2020.
- [2] Ahmadi Rapli Nur dan Soesaptri Oediyani, Ir.,ME dan Dr. Gadang Priyotomo, ST.,M.Si. "Pengaruh Penambahan Inhibitor Ekstrak Tembakau Terhadap Laju Korosi Internal Pipa Baja Api 5L X – 52 Pada Atifical Brine Water Dengan Injeksi Gas CO₂ ". *Jurnal Penelitian Metalurgi dan Material LIPI Serpong* 2016.
- [3] Haryono, G., Sugiarto, B., & Farid, H. "Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–6 2010.
- [4] Irianty, Rozanna Sri. "Pemanfaatan Ekstrak Nikotin Limbah Puntung Rokok sebagai Inhibitor Korosi". *Jurnal Teknobiologi* 4.2: 91-97.
- [5] Haidar, M. H., L. Nurdiana., dan R. Amalia. "Pemanfaatan Ekstrak Nikotin Limbah Puntung Rokok Kretek sebagai Inhibitor Korosi Guna Meningkatkan Kualitas Pipa Baja dan Besi dalam Bidang Industri. PKM-GT". Univesitas Diponegoro. Semarang 2012.



Gambar 7 foto hasil SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari baja API 5L dengan 2000x pembesaran di rendam pada pelarut medium korosif NaCl selama 10 hari dengan konsentrasi inhibitor 9%.



Gambar 8 foto hasil SEM (*Scanning Electron Microscope*) dari baja API 5L dengan 2000x pembesaran di rendam pada pelarut medium korosif HCl selama 10 hari dengan konsentrasi inhibitor 9%.

Berdasarkan Gambar 7 dan 8 menunjukkan hasil dari uji SEM permukaan dari Baja API 5L yang di lapiasi dengan inhibitor ekstrak puntung rokok. Dari Gambar 8 dan Gambar 9 yang terlapiasi oleh bahan inhibitor ekstrak puntung rokok sebesar 9% setelah melakukan pembesaran 2000x pada Baja API 5L masih terlindungi dengan baik serta mengurangi retak-retak halus pada permukaan pada Baja API 5L. Hal ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya inhibitor ekstrak puntung rokok maka mengurangi kerusakan permukaan yang akan mengakibatkan korosi pada material Baja API 5L.

Hal ini di perkuat oleh penelitian Adhi Setiawan peningkatan konsentrasi inhibitor daun tembakau didalam larutan HCl 0,1 M dapat meningkatkan efisiensi inhibisi korosi pada logam baja, maupun aluminium. Efisiensi inhibisi korosi maksimal diperoleh pada konsentrasi 7% yaitu sebesar 71,71% pada logam baja. Sehingga hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi inhibitor menyebabkan tingkat proteksi logam terhadap korosi semakin tinggi sehingga degradasi atau kerusakan permukaan logam akibat kontak dengan larutan HCl semakin rendah [6].

- [6] Setiawan, Adhi, Novi Eka Mayangsari, and Denny Dermawan. "Pemanfaatan Ekstrak Daun Tembakau sebagai Inhibitor Korosi pada Logam Baja Karbon dan Aluminium". *Chemical Engineering Research Articles* 1.2 2018: 82-91.
- [7] Andeka, Bayu Prasetya, Bambang Suharto, and Alexander Tunggul Sutan Haji. "Efektifitas Limbah Puntung Rokok Sebagai Bahan Inhibitor Korosi Pada Paku Besi Dalam Media Air Tawar". *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 2.2 2015.
- [8] Mahgoub, Fatma M., Fawziya M. Al-Nowaiser, and Amal M. Al-Sudairi. "Effect of temperature on the inhibition of the acid corrosion of steel by benzimidazole derivatives". *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces* 47.3 2011: 381.
- [9] Ginting, Z., & Rahmatika, F. "Analisa Laju Korosi Baja Karbon ST-37 dalam Larutan Asam Sulfat dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Tembakau". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 2 November 2019, 33–41.
- [10] Setiawan, Adhi, et al. "Karakteristik Inhibisi Korosi Baja Karbon Di Dalam Larutan HCl Menggunakan Ekstrak Daun Tembakau". *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan* 13.2 2018: 144-153.
- [11] Sanjaya, Ari Susandy, et al. "Penurunan Laju Korosi Logam Aluminium Menggunakan Inhibitor Alami". *Jurnal Chemurgy* 2.1 2018: 30-35.
- [12] Prasetyo, Heri. "*EFISIENSI EKSTRAK DAUN TEMBAKAU (Nicotiana tabacum) SEBAGAI INHIBITOR PADA BAJA ST 37 DALAM LARUTAN NaCl 3%*". Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 2018.