

Ekstrak Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai *Green Corrosion Inhibitor* pada Baja Karbon Rendah dalam Larutan HCl 0.5 M dan 1 M

¹⁾Sry Utami Pardede,²⁾Komalasari,²⁾Zultiniar

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia,²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
sry.utami@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Corrosion has been identified as one of the major problems in the chemical industry, especially in the pipeline's system. The inhibitor is the most effective way to protect the metal against corrosion. The natural corrosion inhibitor is chosen as an alternative because it's safe, widely available, low cost, biodegradable and environmentally friendly. This study aims to know the corrosion rate and the inhibition efficiency of banana peel extract for low carbon steel. Banana peel extract was obtained by soxhlet extraction using ethanol-water as the solvent. Corrosion rate were determined by using the weight loss method. Low carbon steel was immersed in HCl 0.5 m and 1 M with and without banana peel extract 0 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L, 1.5 g/L and 2 g/L by immersion time 24 h. The result showed that corrosion rate decreases on increasing of concentration of the extract and increases the inhibition efficiency. The maximum efficiency was obtaining at 2 g/L of corrosion inhibitor in HCl 0.5 M with inhibition efficiency 82.19%.

Keywords: *banana peel extract, corrosion, HCl, inhibitor, low carbon steel*

1. Pendahuluan

Korosi merupakan masalah besar yang menjadi perhatian di bidang industri khususnya pada sistem perpipaan. Menurut Jones (2013), dalam banyak hal, korosi tidak dapat dihindarkan. Hampir semua material apabila berinteraksi dengan lingkungannya secara perlahan tapi pasti akan mengalami degradasi mutu bahan. Dalam dunia industri, proses korosi dapat mengakibatkan gagal produksi akibat kontaminasi karat, khususnya industri yang tidak memperbolehkan adanya kontaminasi seperti plastik transparan, pigmen, makanan, obat-obatan dan semikonduktor (Fontana, 2008). Korosi juga dapat mengganggu proses aliran dan dapat membahayakan keselamatan pekerja juga lingkungan apabila terjadi kebocoran. Oleh karena itu, ilmu pengetahuan di bidang korosi sangat penting mengingat pesatnya perkembangan industri saat ini.

Korosi berasal dari bahasa latin "*corrode*" yang berarti perusakan pada

logam atau pengkaratan akibat lingkungannya. Korosi adalah proses degradasi material atau hilangnya suatu material secara kualitas maupun kuantitas akibat proses reaksi kimia dengan lingkungannya. Lingkungannya dapat berupa air, udara, larutan, tanah dan *biological* yang sering disebut sebagai media korosif. Secara termodinamika peristiwa korosi terjadi ketika lingkungannya memiliki potensial elektroda standar lebih positif dari suatu logam (Roberge, 2008).

Secara umum ada empat metode dasar pengendalian dan perlindungan pada korosi yaitu pemilihan material, pelapisan (*coating*), proteksi katodik, dan inhibitor. Salah satu cara untuk meminimalkan efek degradasi material yang sering digunakan adalah dengan penggunaan inhibitor. Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam lingkungan yang korosif secara efektif dapat menurunkan laju korosi (Roberge,

2008). Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara modifikasi polarisasi katodik dan anodik, mengurangi pergerakan ion ke permukaan logam dan menangkap atau menjebak zat korosif dalam larutan melalui pembentukan senyawa tidak agresif (Fontana, 2008).

Inhibitor korosi menurut bahan dasarnya ada dua yaitu inhibitor organik dan inhibitor anorganik. Inhibitor organik pada umumnya berasal dari ekstrak bahan alami yang mengandung atom N, O, P, S dan atom-atom yang mempunyai pasangan elektron bebas. Inhibitor anorganik seperti fosfat, kromat, silikat dan arsenat merupakan jenis bahan kimia berbahaya, mahal dan tidak ramah lingkungan (Hermawan, 2007). Hal ini menyebabkan pengaplikasian inhibitor tersebut menjadi terbatas. Penggunaan inhibitor jenis ini dapat menyebabkan polusi pada lingkungan dan pada akhirnya juga dapat berdampak bagi makhluk hidup. Oleh karena itu, sejumlah peneliti mencoba untuk menemukan zat anti korosi alternatif yang berasal dari alam yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Saat ini sudah banyak dikembangkan inhibitor korosi yang ramah lingkungan atau lebih dikenal dengan istilah *green inhibitor*.

Green inhibitor merupakan ekstraksi senyawa organik yang banyak mengandung senyawa fenolik. Senyawa fenolik merupakan salah satu sumber antioksidan yang dapat dimanfaatkan untuk menangkal radikal bebas. Komponen fenolik dapat bertindak sebagai donor elektron merupakan ligan pengikat yang kuat apabila berinteraksi dengan atom logam misalnya Fe, akan membentuk senyawa kompleks khelasi. Beberapa ekstrak tanaman mengandung sejumlah senyawa organik seperti tanin, alkaloid, saponin, asam amino pigmen dan protein yang memiliki kemampuan mengurangi laju korosi (Habibie dan Palupi, 2014; Turnip et al., 2015; Kayadoe et al., 2015; Oguzie, 2006). Tanin dapat diperoleh dari hampir semua jenis tanaman hijau di

seluruh dunia baik tumbuhan tingkat tinggi maupun tingkat rendah dengan kadar dan kualitas yang berbeda-beda.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai inhibitor korosi menggunakan bahan alam yang memiliki komposisi senyawa organik dan metabolit sekunder dapat menghambat laju korosi. Ekstrak kulit mangga (*Mangifera indica*) pada *mild steel* dalam media HCl 1 M memiliki efisiensi optimum 95.56% pada konsentrasi inhibitor 1.0 g/L dengan lama kontak 24 jam (Ogunleye et al., 2018). Ekstrak daun nenas (*Ananas comosus L.*) pada *mild steel* dalam media HCl 1 M dengan efisiensi optimum 86% pada konsentrasi inhibitor 0.5 g/L dengan waktu kontak 10 jam (Ekanem et al., 2010). Ekstrak kulit pisang pada *carbon steel* dalam HCl 0.5 dan 1.5 M. Efisiensi paling tinggi diperoleh pada HCl 0.5 M yaitu 78.59% pada konsentrasi 6 g/L dan waktu kontak 10 jam (Komalasari et al., 2018).

Pisang (*Musa paradisiaca L.*) merupakan salah satu tanaman yang cukup banyak ditemukan di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Pisang memiliki daun besar memanjang dari suku *Musaceae*. Produksi pisang pada tahun 2017 di Indonesia adalah yang tertinggi diantara jenis buah-buahan lainnya dengan total produksi sekitar 7.162.680 ton dan Provinsi Riau menyumbang sekitar 38.809 ton (BPS, 2017). Produksi pisang di Riau tahun 2017 merupakan produksi buah-buahan kedua tertinggi setelah nenas. Kulit pisang merupakan buangan atau limbah buah pisang. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang saja atau dimanfaatkan sebagai makanan ternak. Hasil uji fitokimia ekstrak kulit pisang menunjukkan bahwa kulit pisang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin dan triterpenoid (Lumowa dan Bardin, 2017). Adanya kandungan tanin didalam kulit pisang memungkinkan dapat dipakai untuk menghambat laju reaksi korosi dari

baja. Selain tanin, senyawa fenolik seperti flavonoid dan alkaloid juga merupakan salah satu sumber antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas. Komponen fenolik dapat bertindak sebagai donor elektron yang merupakan ligan pengikat yang kuat apabila berinteraksi dengan atom logam akan membentuk senyawa kompleks (Amalia, 2016).

Pada penelitian ini kulit pisang yang merupakan limbah dipilih sebagai bahan untuk inhibitor korosi karena kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang saja atau dimanfaatkan sebagai makanan ternak seperti kambing dan sapi (Lumowa dan Bardin, 2017). Selain itu yang menjadi pertimbangan adalah ketersediaannya yang cukup banyak di Provinsi Riau, biaya murah karena hanya merupakan limbah yang tidak diolah dan dibuang ke lingkungan, tidak beracun, dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan sebagai alternatif pengganti inhibitor organik sintesis yang tidak ramah lingkungan.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit pisang kepok, *low carbon steel*, HCl 0.5 M dan 1 M, etanol 96%, akuades, fenol, reagen Folin-Ciocalteu 10%, natrium karbonat 15%, FeCl₃.

2.2 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah blender, satu set alat sokletasi, *rotary evaporator*, *oven*, neraca digital, gelas *beaker*, gelas ukur, labu ukur, cawan penguap, pipet tetes, corong, kertas saring, spatula, benang, vaselin, *stick* kayu, kertas amplas.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pembuatan Inhibitor

Kulit pisang yang akan diekstrak dicuci bersih, kemudian dipotong menjadi bagian yang kecil. Kulit pisang dikeringkan selama 4 hari hingga kadar air <5%, lalu dihaluskan dengan blender

hingga berbentuk bubuk. Selanjutnya kulit pisang diekstrak dengan cara sokletasi, pelarut yang digunakan adalah etanol dan air dengan perbandingan 1:3 selama 12 jam pada suhu 80°C. Hasil ekstraksi diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada kecepatan 200 rpm dan suhu 60°C hingga dihasilkan ekstrak pekat. Hasil evaporasi dioven pada suhu 70°C.

2.3.2 Uji Kualitatif Tanin

Metode untuk menguji adanya tanin pada ekstrak kulit pisang adalah dengan menggunakan larutan uji FeCl₃. Ekstrak kulit pisang diambil 0.5 gram dan dilarutkan dengan akuades 5 ml dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan beberapa tetes larutan FeCl₃ 10% ke dalam tabung reaksi. Apabila terbentuk warna biru tua atau hitam kehijauan menunjukkan adanya senyawa tanin.

2.3.3 Preparasi Sampel Baja

Baja karbon rendah dipotong dengan panjang 3 cm, lebar 2 cm dan ketebalan 0.17 cm. Baja yang telah berbentuk *coupon* dilubangi pada bagian atas dengan diameter 3 mm yang digunakan untuk menggantung sampel. Kemudian baja dibersihkan dengan menggunakan kertas amplas. Baja dicuci dengan menggunakan etanol untuk membersihkan pengotor yang menempel pada baja, lalu dikeringkan menggunakan oven sampai berat sampel konstan kemudian didinginkan dalam desikator. Semua sampel ditimbang untuk mengetahui massa awal sebelum terjadi korosi.

2.3.4 Perendaman Sampel

Inhibitor 0,5 gram dimasukkan ke dalam labu ukur 1 liter, kemudian HCl 0,5 M ditambahkan sampai tanda batas. Larutan inhibitor dan HCl dimasukkan ke dalam 4 gelas *beaker* masing-masing 200 ml. Benang dipasang pada lubang yang ada di sampel kemudian benang diikatkan pada *stick* kayu dan diletakkannya pada gelas *beaker* sehingga posisi sampel tergantung dan sampel tercelup

seluruhnya, kemudian direndam selama 24 jam. Setelah direndam, sampel diangkat dan dicuci dengan etanol kemudian dikeringkan, karat yang terdapat pada baja diampelas lalu ditimbang berat akhirnya. Hal yang sama dilakukan untuk sampel dengan konsentrasi inhibitor 1, 1,5 dan 2 g/L, untuk konsentrasi 0 g/L artinya tanpa penambahan inhibitor.

2.3.5 Perhitungan *Weight Loss* Sampel

Laju korosi pada sampel dihitung dengan menggunakan metode *weight loss* (kehilangan berat) sesuai standar NACE *International (National Association of Corrosion Engineers)* dengan persamaan:

$$CR = \frac{W \times 365 \times 1000}{ATD \times (2.54)^3} = \frac{2.227 \times 10^4 \times W}{ATD}$$

Sedangkan untuk menghitung efisiensi inhibitor menggunakan persamaan (Fontana, 2008):

$$\eta (\%) = \frac{CR_{uninhibited} - CR_{inhibited}}{CR_{uninhibited}} \times 100\%$$

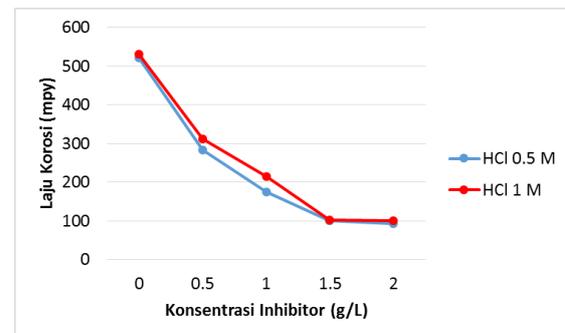
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi

Pada gambar 1 dan 2 diperoleh grafik laju korosi pada HCl 0.5 M dan 1 M. Pada grafik terlihat penurunan laju korosi yang cukup tajam antara sampel baja yang direndam tanpa penambahan inhibitor atau pada 0 g/L dengan sampel baja yang ditambahkan inhibitor 0.5 g/L. Penambahan inhibitor 0.5 g/L pada konsentrasi HCl 0.5 M dapat menurunkan laju korosi sebesar 236.833 mpy dari 520.747 mpy menjadi 283.914 mpy. Sedangkan pada konsentrasi HCl 1 M dapat menurunkan laju korosi sebesar 219.712 mpy dari 530.734 mpy menjadi 311.022 mpy. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh penambahan ekstrak kulit pisang terhadap laju korosi.

Penurunan ini terjadi karena adanya senyawa tanin pada ekstrak kulit pisang yang teradsorpsi pada permukaan besi membentuk senyawa kompleks Fe-

tannat. Kompleks ini merupakan lapisan tipis yang akan menghalangi serangan ion-ion korosif dari HCl pada permukaan baja sehingga laju korosi menurun (Ali et al., 2014). Selanjutnya dengan penambahan konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi juga terjadi penurunan tetapi pada penambahan konsentrasi 2 g/L hanya dapat menurunkan laju korosi hanya sedikit saja yaitu 8.56 mpy pada HCl 0.5 M dan 2.85 mpy pada HCl 1 M, sehingga belum mencapai konsentrasi optimum. Hal ini karena kemampuan ekstrak kulit pisang dalam membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja sudah mulai mencapai kondisi optimum, sehingga bagian yang tidak tertutupi dapat terionisasi dan mengalami korosi (Turnip et al., 2015).



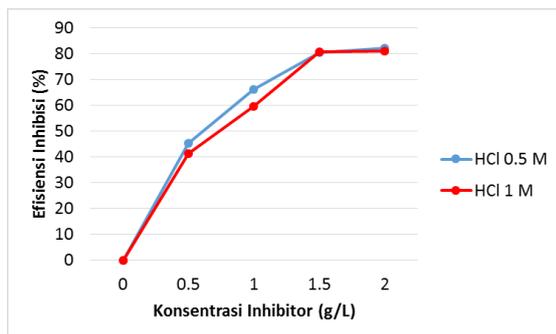
Gambar 1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi dalam HCl 0.5 M dan 1 M

3.2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi

Berdasarkan gambar 3 dan 4 efisiensi inhibisi cenderung meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor. Hal ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi ekstrak kulit pisang mengakibatkan frekuensi interaksi antara sisi aktif dari senyawa tanin dengan permukaan baja semakin banyak, sehingga membentuk lapisan pasif (*passive layer*) yang stabil. Oleh karena itu semakin besar area permukaan baja yang tertutupi dan menghalangi serangan larutan korosif (Kayadoe, 2015).

Efisiensi inhibisi maksimum yaitu 82.191% pada konsentrasi ekstrak yang paling tinggi 2 g/L dalam HCl 0.5 M. Pada

konsentrasi ini senyawa kompleks yang terbentuk sudah hampir sempurna untuk melindungi baja dari proses oksidasi. Inhibitor ekstrak kulit pisang mulai mengalami titik jenuh sehingga pada penambahan konsentrasi 2 g/L tidak lagi meningkatkan efisiensi inhibisi yang lebih tinggi. Pada penelitian ini belum dicapai kondisi optimum ekstrak kulit pisang dalam melindungi baja dari korosi.



Gambar 2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor terhadap Efisiensi Inhibisi dalam HCl 0.5 M dan 1 M

4. Kesimpulan

Ekstrak kulit pisang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi karena memiliki senyawa tanin dengan gugus OH⁻ yang diindikasikan dapat teradsorpsi pada permukaan baja membentuk lapisan inhibitor korosi. Laju korosi semakin tinggi seiring dengan penambahan konsentrasi inhibitor dan mencapai efisiensi maksimum 82.191% pada konsentrasi inhibitor 2 g/L.

Daftar Pustaka

Ali, F., D. Saputri, dan R. F. Nugroho. (2014). Pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*, Linn) sebagai inhibitor terhadap laju korosi baja SS 304 dalam larutan garam dan asam. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(1), 28-37.

Amalia, I. (2016). Pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava*) dan daun cengkeh (*Syzigium aromaticum*) sebagai inhibitor organik pada API 5L grade B di lingkungan NaCl 3,5% pH 4.

Tugas Akhir. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November.

- Badan Pusat Statistik. (2017). *Produksi Pisang setiap di Indonesia*. BPS.
- Ekanem, U. F., S. A. Umoren, I. I. Udousoro, dan A. P. Udoh. (2010). Inhibition of mild steel corrosion in HCl using pineapple leaves (*Ananas comosus* L.) extract. *J. Mater Sci*, 45(2010), 5558-5566.
- Fontana, M. G. (2008). *Corrosion engineering* (3rd ed.). India: Mc Graw Hill.
- Habibie, A. L., dan A. E. Palupi. (2014). Pengaruh teh dan daun jambu biji sebagai inhibitor organik alami pada baja SS 304 dalam larutan asam. *Jurnal JTM*, 3(1), 9-13.
- Hermawan. (2007). Inhibitor ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*). *Jurnal Fisika Unand*, 4(2), 144-149.
- Jones, D. A. (2013). *Principles and prevention of corrosion*. (2nd ed.). New York: Pearson.
- Kayadoe, V., M. Fadli, R. Hasim, dan M. Tomaso. (2015). Ekstrak daun pandan (*Pandanus amaryllifous Roxb*) sebagai inhibitor korosi baja SS-304 dalam larutan H₂SO₄. *Jurnal Molekul*, 10(2), 88-96.
- Komalasari, S. P. Utami, M. I. Fermi, Y. Aziz, dan R. S. Irianti. (2018). Corrosion control of carbon steel using inhibitor of banana peel extract in acid diluted solutions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 345(2018), 1-8
- Lumowa, S.V.T., dan S. Bardin. (2017). Uji fitokimia kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) bahan alam sebagai pestisida nabati berpotensi menekan serangan serangga hama tanaman umur pendek. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(9), 465-469.
- Ogunleye, O. O., O. A. Eletta, A. O. Arinkoola, dan O. O. Agbede. (2018). Gravimetric and quantitative

- surface morphological studies of *Mangifera indica* peel extract as a corrosion inhibitor for mild steel in 1 M HCl solution. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 09, 1-15.
- Oguzie, E. E. (2006). Corrosion inhibition of aluminium in acidic and alkaline media by *Sansevieria trifasciata* extract. *Corrosion Science Journal*, 49(2007), 1527-1539.
- Roberge, P. R. (2008). *Corrosion engineering-principles and practice*. United State of America: Mc Graw Hill Companies Inc.
- Turnip, L., S. Handani, dan S. Mulyadi. (2015). Pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit buah manggis terhadap penurunan laju korosi baja ST-37. *Jurnal Fisika Unand*, 4(2), 144-149.