



PEMANFAATAN EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*AVERRHOA BILIMBI L.*) PLAT BAJA ST 41 SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA MEDIA AIR LAUT

Indal Luvia, Ishak Ibrahim*, Jalaluddin, Eddy Kurniawan, Faisal

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

e-mail: ishak@unimal.ac.id

Abstrak

Korosi adalah proses di mana material mengalami kerusakan yang menyebabkan penurunan kualitas logam tersebut. Dalam penelitian ini, bubuk daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) dicampur dengan etanol 70% selama 24 jam untuk diekstrak, menghasilkan filtrat. Penelitian ini menggunakan plat baja ST 41 dengan ukuran 4x4x0,3 cm, dengan variasi konsentrasi 5, 7, 9, 11, dan 13 gr/ml, serta variasi waktu perendaman 8, 11, 11, dan 17 hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas ekstrak daun belimbing wuluh sebagai inhibitor laju korosi pada plat baja ST 41, serta untuk memahami pengaruh variasi waktu perendaman dan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh terhadap laju korosi. **Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, penelitian sebelumnya telah fokus pada pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi plat baja ST 41. Namun, masih ada beberapa variabel lain yang dapat dimasukkan ke dalam penelitian ini untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif. Seperti, waktu perendaman terhadap laju korosi juga dapat dieksplorasi.** Metode penelitian menggunakan metode ekstraksi maserasi. Pada sampel ini, dilakukan analisis tannin yang ditandai dengan perubahan warna setelah penambahan FeCl 5%, dan adanya gumpalan setelah penambahan gelatin 1%. Hasil analisis menunjukkan kehilangan massa tertinggi pada perendaman selama 17 hari adalah 0,24 gr, sedangkan yang terendah adalah 0,07 gr. Semakin banyak inhibitor yang digunakan, semakin rendah laju korosi yang terjadi. Efisiensi inhibisi tertinggi terjadi pada perendaman 17 hari dengan nilai 71,6%. Melalui analisis SEM, ditemukan bahwa semakin besar perbesaran gambar, semakin terlihat perubahan bentuk yang signifikan dari permukaan yang awalnya kasar hingga yang sudah mulai rusak akibat korosi. Namun, semakin tinggi perbesaran, gambar yang dihasilkan menjadi semakin jelas.

Kata Kunci: Korosi, inhibitor, plat baja st 41, konsentrasi, waktu.

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i5.15855>

1. Pendahuluan

Pada perkembangan industri yang pesat seperti saat sekarang ini, banyak sektor yang membutuhkan logam sebagai material yang digunakan dalam operasional industri tersebut. Industri kimia, industri teknologi dan industri Pembangunan infrastruktur adalah salah satu contoh utama penggunaan logam dalam berbagai industri, di mana logam digunakan sebagai bahan baku dan komponen pendukung dalam operasional. Namun, penggunaan logam ini sering mengalami penurunan kualitas akibat faktor-faktor tertentu, salah satunya adalah korosi (Fahriani, 2021).

Korosi merupakan suatu proses perusakan atau pembentukan karat pada logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya sangat tepat. Proses korosi memang merupakan fenomena yang umum terjadi pada logam dan dapat menyebabkan penurunan mutu serta kerusakan pada struktur logam tersebut (Wahyuningsih et al., 2017). Korosi biasanya terjadi karena adanya reaksi antara logam dengan zat pengoksidasi di lingkungan sekitarnya, seperti air, udara, atau senyawa kimia tertentu. Proses ini melibatkan perpindahan elektron dari logam yang terkorosi ke zat pengoksidasi, yang kemudian menyebabkan terbentuknya produk korosi, seperti karat pada besi. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi meliputi kelembaban udara, keasaman lingkungan, suhu, dan keberadaan senyawa kimia tertentu (Siahaan, 2013). Lingkungan dengan kelembaban tinggi cenderung mempercepat proses korosi, sedangkan lingkungan yang bersifat asam atau basa juga dapat meningkatkan tingkat korosi. Pemahaman tentang korosi sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk industri, konstruksi, dan rekayasa material. Upaya pencegahan dan perlindungan terhadap korosi menjadi perhatian utama dalam memastikan keberlanjutan dan keandalan struktur logam dalam aplikasi praktis (Bayuseno & Handoko, 2012).

Proses korosi biasanya dimulai dari permukaan logam, di mana logam bereaksi dengan lingkungan sekitarnya untuk membentuk produk korosi, seperti karat atau oksida logam (Rochmat et al., 2019). Setelah proses korosi dimulai, kerusakan atau degradasi logam tersebut bisa menyebar ke dalam logam, merusak

integritas dan kekuatan strukturalnya. Selain itu, organisme juga dapat berkontribusi pada korosi, terutama pada bahan bangunan yang terbuat dari logam. Organisme seperti bakteri, alga, dan jamur dapat menghasilkan zat-zat yang meningkatkan tingkat korosi, yang disebut biokorosi. Ini sering terjadi di lingkungan dengan kelembaban tinggi, seperti lingkungan air atau tanah. Pemahaman tentang bagaimana korosi dimulai dan bagaimana hal itu dapat berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius penting untuk pengembangan strategi pencegahan dan perlindungan terhadap korosi pada berbagai jenis logam dan aplikasi (Afandi et al., 2015).

Penggunaan inhibitor korosi telah terbukti sebagai salah satu metode yang efektif dalam melindungi logam dari korosi. Senyawa-senyawa inhibitor tersebut bekerja dengan membentuk lapisan protektif pada permukaan logam, yang dapat menghalangi atau memperlambat proses korosi dengan mencegah kontak langsung antara logam dan lingkungan korosif. Unsur-unsur seperti oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor, dan senyawa ikatan rangkap umumnya digunakan dalam formulasi inhibitor korosi karena sifat kimianya yang memungkinkan interaksi dengan permukaan logam dan pembentukan lapisan protektif tersebut. Melalui interaksi ini, inhibitor korosi dapat secara efektif mengurangi laju korosi pada logam dan memperpanjang umur pakainya (Hermansyah, 2019).

Peningkatan konsentrasi inhibitor juga dapat meningkatkan efektivitasnya dalam menekan tingkat korosi pada logam atau besi. Dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor, jumlah senyawa yang tersedia untuk berinteraksi dengan permukaan logam juga meningkat, sehingga lapisan protektif yang terbentuk menjadi lebih kuat dan lebih efektif dalam melindungi logam dari korosi (Muhdani, 2017). Keuntungan utama dari penggunaan inhibitor korosi adalah prosesnya yang relatif sederhana dan biaya yang terjangkau. Hal ini membuat penggunaan inhibitor korosi dapat diterapkan secara luas dalam berbagai aplikasi industri untuk melindungi logam dari korosi dengan efektif (Noor et al., 2015).

Tidak hanya itu, daun belimbing wuluh juga memiliki potensi dalam menghambat korosi. Daun ini mengandung berbagai senyawa kimia seperti tanin, alkaloid, dan air. Tanin, khususnya, memiliki kandungan yang cukup tinggi dalam

daun belimbing wuluh dan dapat diekstraksi menggunakan pelarut air dan etanol karena sifatnya yang larut dalam pelarut etanol (Irianty & Sembiring, 2012).

Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, penelitian sebelumnya telah fokus pada pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi plat baja ST 41. Namun, masih ada beberapa variabel lain yang dapat dimasukkan ke dalam penelitian ini untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif. Seperti, waktu perendaman terhadap laju korosi juga dapat dieksplorasi (Markham, 1988).

Baja ST-41 memang merupakan jenis baja karbon rendah yang digunakan dalam aplikasi struktural dengan kisaran kadar karbon tertentu dan kekuatan tarik yang ditentukan. Singkatan "ST" memang mengacu pada baja (steel) atau stell dalam bahasa Inggris, sedangkan angka "41" menunjukkan kekuatan tariknya yang mencapai 40 kg/mm². Informasi ini membantu untuk memahami karakteristik dan aplikasi baja ST-41 dalam berbagai proyek konstruksi. Baja ST-41 memiliki karakteristik dan peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Sifatnya yang ulet membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi, dan ketangguhannya memungkinkan baja ini tahan terhadap tekanan dan beban yang diberikan. Selain itu, kekerasannya yang rendah membuat baja ST-41 mudah untuk dibentuk sesuai dengan kebutuhan aplikasi tertentu. Dengan demikian, baja ST-41 memiliki kontribusi yang signifikan dalam berbagai industri dan aplikasi teknik.

2. Bahan dan Metode

Metodologi penelitian termasuk alat dan bahan serta alur kerjanya disajikan di bawah ini.

2.1 Bahan-bahan dan Alat-alat

Dengan menggunakan bahan-bahan dan alat-alat tersebut, penelitian dapat dilakukan dengan metode yang telah dijelaskan sebelumnya. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai penggunaan bahan-bahan dan alat-alat dalam penelitian ini:

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Daun belimbing wuluh digunakan sebagai sumber ekstrak tanin yang akan digunakan sebagai inhibitor korosi.
 2. Plat baja st 41 digunakan sebagai bahan uji untuk menguji efektivitas inhibitor terhadap korosi.
 3. Etanol 70% digunakan sebagai pelarut untuk mengekstraksi senyawa-senyawa aktif dari daun belimbing wuluh.
 4. Asam klorida (hcl) 0,1 digunakan untuk membersihkan plat baja dari produk korosi yang terbentuk selama percobaan.
 5. Air laut digunakan sebagai medium korosif untuk menguji laju korosi pada plat baja.
 6. Fecl 5% digunakan untuk menguji adanya senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh.
 7. Nacl 2% digunakan sebagai medium untuk simulasi air laut.
 8. Gelatin digunakan untuk pengujian adanya senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh.
 9. Aquadest digunakan untuk beberapa proses pencucian dan pelarutan.
- Adapun alat-alat yang diginakan adalah sebagai berikut:

1. Labu ukur, beaker glass, erlenmeyer, corong, gelas ukur digunakan untuk mengukur dan menyimpan larutan serta mengaduk campuran bahan.
2. Magnetic stirrer digunakan untuk mengaduk larutan secara konsisten.
3. Oven digunakan untuk mengeringkan dan menghilangkan kandungan air dari daun belimbing wuluh setelah proses pengeringan.
4. Wadah plastik, alat pemotong sampel digunakan untuk menyimpan dan mempersiapkan sampel plat baja st 41.
5. Timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan-bahan dengan akurasi tertentu.
6. Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi sampel plat baja st 41.
7. Kertas label digunakan untuk memberi label pada wadah yang berisi larutan dan sampel.
8. Hot plate digunakan untuk pemanasan larutan atau medium percobaan.

9. Kertas saring, kertas amplas grade 100 digunakan untuk beberapa proses filtrasi dan persiapan sampel.

2.2 Prosedur Penelitian

1. Persiapan bahan uji

Langkah-langkah persiapan plat baja ST 41 adalah sebagai berikut:

1. Potong plat baja ST 41 menjadi potongan dengan panjang 4 x 4 cm dan ketebalan 0,3 cm.
2. Haluskan permukaan plat baja ST 41 dengan menggunakan kertas amplas grade 100 untuk membersihkannya.
3. Rendam plat baja dalam aquades selama 2 menit untuk membersihkannya dari kotoran seperti karat, minyak, dan lemak yang menempel pada permukaannya.
4. Bilas permukaan plat baja ST 41 dengan menggunakan etanol.
5. Keringkan plat baja ST 41 yang telah dibilas menggunakan oven.
6. Dinginkan plat baja ST 41 di dalam desikator.
7. Timbang dan ukur luas permukaan plat baja ST 41 setelah proses persiapan selesai.

2. Persiapan bahan baku

Langkah-langkah untuk persiapan daun belimbing wuluh adalah sebagai berikut:

1. Timbang daun belimbing wuluh seberat 500 gram.
2. Cuci daun belimbing wuluh dengan air untuk membersihkannya.
3. Keringkan daun belimbing wuluh di bawah sinar matahari selama 10 hari untuk menghilangkan kelembaban.
4. Setelah proses pengeringan, oven daun belimbing wuluh pada suhu sekitar $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama kurang lebih 2 hari untuk memastikan daun benar-benar kering.
5. Setelah daun belimbing wuluh telah dikeringkan kembali, haluskan daun tersebut untuk digunakan sesuai keperluan.

3. Tahap ekstraksi

Pembuatan ekstrak daun belimbing wuluh menggunakan metode maserasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Daun belimbing wuluh dihaluskan hingga menjadi serbuk.
2. Campurkan 100 gram daun belimbing wuluh yang telah dihaluskan dengan 500 ml etanol 70% dalam sebuah beaker glass dengan perbandingan 1:5.
3. Rendam campuran tersebut selama 24 jam dengan cara direndam dalam beaker glass yang ditutupi dengan alumunium foil untuk mencegah kontaminasi.
4. Setelah 24 jam, saring campuran tersebut menggunakan saringan untuk memisahkan filtrat dari endapannya.
5. Lakukan pengujian tannin pada filtrat untuk menentukan kandungan tanin yang terkandung dalam ekstrak.
6. Evaporasi filtrat menggunakan rotary evaporator pada suhu 90° C dan kecepatan 60 rpm untuk memisahkan ekstrak dari pelarutnya.
7. Setelah proses evaporasi selesai, filtrat yang dihasilkan merupakan ekstrak daun belimbing wuluh yang dapat digunakan sebagai inhibitor organik untuk penelitian selanjutnya.

4. Pengujian sampel

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapan Larutan Korosif:

- Siapkan 150 ml larutan korosif sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan sesuai dengan variabel penelitian.

2. Persiapan Plat Baja ST 41:

- Ukur luas permukaan plat baja ST 41.
- Timbang dan catat berat plat baja ST 41.

3. Proses Perendaman:

- Rendam plat baja ST 41 dalam inhibitor korosi selama 5 jam.

- Setelah itu, rendam plat baja ST 41 dalam larutan korosif yang telah ditambahkan inhibitor sesuai dengan variabel yang telah ditetapkan.
- Waktu perendaman plat baja ST 41 dilakukan sesuai dengan variabel yang divariasikan.

4. Proses Pembersihan:

- Setelah waktu perendaman tercapai, cuci plat baja ST 41 dengan larutan HCl 0,1 N untuk menghilangkan produk korosi yang masih menempel.
- Bilas plat baja ST 41 dengan air aquades.

5. Pengeringan:

- Keringkan plat baja ST 41 dengan menggunakan oven.
- Dinginkan plat baja ST 41 di dalam desikator.
- Timbang dan catat hasil perubahan yang terjadi pada plat baja ST 41 setelah proses perendaman.

6. Pengulangan:

- Lakukan proses pengulangan sebanyak 4 kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

Data yang dihitung meliputi laju korosi yang tidak digunakan inhibitor, laju korosi menggunakan inhibitor, serta efisiensi inhibitor untuk masing-masing variabel yang telah ditetapkan dalam penelitian ini.

3. Hasil Penelitian

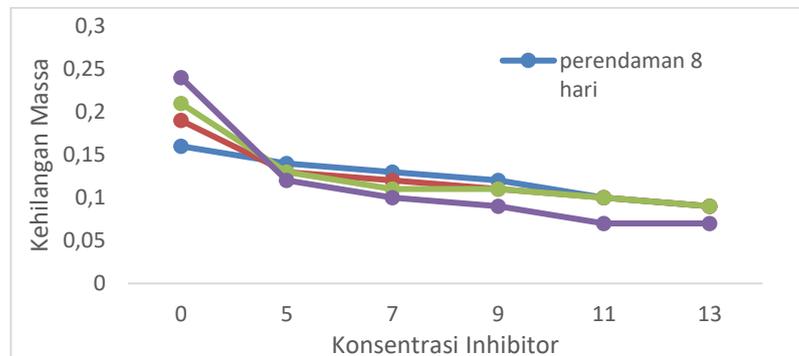
Di bawah ini adalah beberapa hasil penelitian.

3.1 Analisa kandungan tannin

Ekstrak daun belimbing wuluh mengandung senyawa tanin. Ini terbukti dari perubahan warna ekstrak menjadi hijau kehitaman setelah ditambahkan FeCl_3 5%. Selain itu, pembentukan gumpalan setelah penambahan gelatin 1% juga menunjukkan adanya senyawa tanin dalam ekstrak tersebut. Senyawa tanin dikenal memiliki sifat sebagai inhibitor korosi yang efektif, yang dapat melindungi logam dari korosi dalam lingkungan yang korosif. Oleh karena itu, keberadaan senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh mendukung penggunaannya sebagai inhibitor korosi pada plat baja ST 41.

3.2 Analisa kehilangan massa

Penambahan konsentrasi inhibitor umumnya akan meningkatkan kemampuan untuk melindungi logam dari korosi. Dalam hal ini, ekstrak daun belimbing wuluh telah terbukti menjadi inhibitor korosi yang efektif, karena semakin tinggi konsentrasinya, semakin rendah tingkat kehilangan massa plat baja ST 41 yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh memiliki potensi yang baik sebagai agen pelindung terhadap korosi pada logam dalam lingkungan korosif seperti air laut. Selain itu, waktu perendaman juga mempengaruhi tingkat korosi, dengan durasi perendaman yang lebih lama cenderung meningkatkan kehilangan massa plat baja. Namun, penambahan inhibitor dapat mengurangi tingkat korosi ini, independen dari durasi perendaman. Hasil penelitian ini memberikan wawasan penting dalam pengembangan formulasi inhibitor untuk melindungi plat baja dari korosi dalam lingkungan korosif seperti air laut.



Gambar 1. Hubungan Konsentrasi Inhibitor Dengan Kehilangan Massa

Berdasarkan analisis Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa Korosi pada medium korosif seperti air laut merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor, semakin rendah kehilangan massa plat baja ST 41 yang mengalami korosi. Ekstrak tanin dari daun belimbing wuluh berperan sebagai bio-inhibitor yang efektif dalam melapisi plat baja ST 41, mengurangi laju korosi. Kehilangan massa plat baja ST 41 tertinggi terjadi pada perendaman selama 17 hari tanpa penambahan inhibitor, sementara kehilangan massa terendah terjadi pada perendaman yang sama namun dengan penambahan konsentrasi

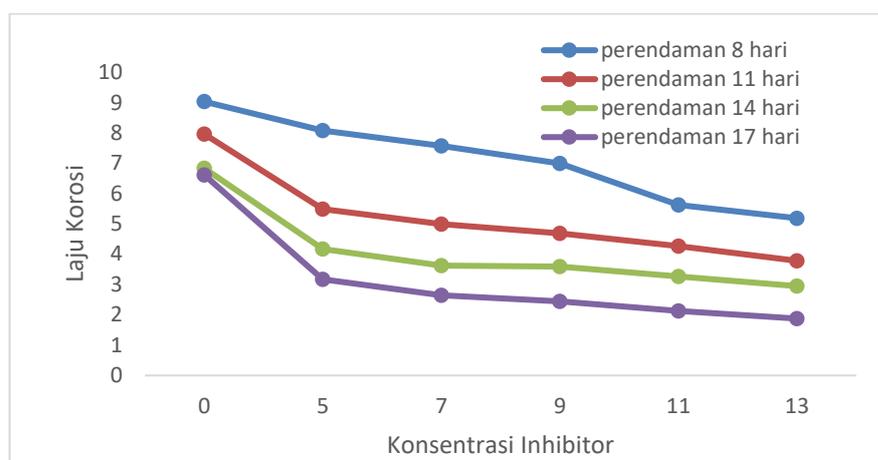
inhibitor sebesar 13 gr/ml. Penambahan konsentrasi inhibitor secara signifikan mengurangi tingkat korosi pada plat baja ST 41. Observasi menunjukkan bahwa kehilangan massa plat baja ST 41 yang diberi inhibitor lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak diberi, menegaskan efektivitas ekstrak tanin sebagai inhibitor korosi. Asam, sebagai indikator korosi, memainkan peran penting dalam proses korosi pada logam karena tingkat keasaman dapat mempengaruhi pelepasan elektron pada logam. Penambahan konsentrasi inhibitor dapat mengurangi laju korosi pada plat baja ST 41 dalam medium korosif seperti air laut, dengan kehilangan massa yang lebih rendah terjadi pada konsentrasi inhibitor yang lebih tinggi.

3.3 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi

Konsentrasi inhibitor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi plat baja ST 41 dalam medium korosif seperti air laut. Berdasarkan hasil uji perendaman selama 8, 11, 14, dan 17 hari, ditemukan bahwa semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, semakin rendah laju korosi yang terjadi pada plat baja ST 41. Penambahan inhibitor, dalam hal ini ekstrak daun belimbing wuluh, efektif dalam mengurangi tingkat korosi pada plat baja ST 41. Semakin banyak jumlah inhibitor yang ditambahkan ke dalam larutan korosif, semakin baik plat baja ST 41 terlindungi dari korosi.

Pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi dapat dijelaskan oleh mekanisme aksi inhibitor tersebut. Inhibitor, seperti tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh, dapat membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam yang mencegah atau memperlambat reaksi korosi dengan medium sekitarnya. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor, semakin tebal lapisan pelindung yang terbentuk, sehingga perlindungan terhadap plat baja ST 41 semakin efektif.

Namun, perlu dicatat bahwa terdapat batasan optimal untuk konsentrasi inhibitor. Terlalu tinggi atau terlalu rendah konsentrasi dapat mengurangi efektivitas inhibitor atau bahkan menyebabkan efek yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi inhibitor yang tepat perlu memperhitungkan berbagai faktor, termasuk sifat-sifat korosif dari medium, biaya, dan efektivitasnya dalam kondisi penggunaan yang diinginkan.



Gambar 2. Hubungan Konsentrasi Inhibitor Dengan Laju Korosi

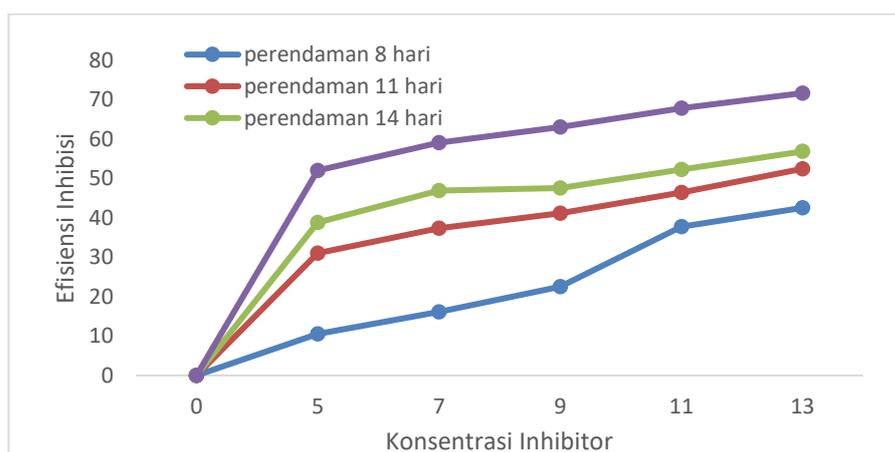
Berdasarkan analisis Gambar 2, dapat dilihat bahwa Semakin tinggi konsentrasi inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh, semakin kecil laju korosi pada plat baja ST 41. Laju korosi tertinggi terjadi pada perendaman selama 8 hari tanpa penambahan inhibitor, sedangkan laju korosi terendah terjadi pada perendaman selama 17 hari dengan penambahan inhibitor sebanyak 13 gr/ml. Penambahan inhibitor secara signifikan mengurangi laju korosi pada plat baja ST 41. Senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing wuluh berperan dalam menghambat laju korosi. Lamanya waktu perendaman juga mempengaruhi laju korosi, dimana perendaman selama 17 hari memiliki laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman selama 8 hari. Senyawa tanin membentuk kompleks Fe-tannate dengan ion besi, yang berfungsi sebagai penghalang bagi media korosif, mengurangi kontak langsung antara logam plat baja dengan lingkungan korosif. Penambahan konsentrasi inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh secara signifikan mengurangi laju korosi pada plat baja ST 41 dalam medium korosif seperti air laut.

3.4 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Korosi Terhadap Efisiensi Inhibisi

Laju korosi merupakan ukuran untuk mengevaluasi seberapa cepat proses korosi terjadi pada suatu material logam, seperti plat baja ST 41, dalam sebuah medium korosif seperti air laut. Biasanya, laju korosi diukur dalam satuan seperti mil per tahun (mpy) atau millimeter per tahun (mm/y), yang menggambarkan jumlah material yang terkorosi dalam jangka waktu tertentu.

Sementara itu, efisiensi inhibisi adalah ukuran yang menunjukkan seberapa efisien suatu inhibitor korosi dalam melindungi material logam dari serangan korosi dalam kondisi tertentu. Efisiensi inhibisi dihitung dengan membandingkan laju korosi pada material yang tidak diinhibisi dengan material yang diinhibisi, dan dinyatakan sebagai persentase. Semakin tinggi efisiensi inhibisi, semakin baik kemampuan inhibitor untuk melindungi material dari korosi.

Hubungan antara konsentrasi inhibitor dengan efisiensi inhibisi adalah bahwa semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, maka efisiensi inhibisinya cenderung meningkat. Hal ini karena dengan meningkatnya konsentrasi inhibitor, jumlah inhibitor yang tersedia untuk melindungi material dari korosi juga meningkat, sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap serangan korosi. Namun, terdapat batasan dimana pada suatu titik peningkatan konsentrasi inhibitor tidak lagi memberikan peningkatan signifikan dalam efisiensi inhibisi, dan bisa justru mengakibatkan efek yang berlawanan atau tidak signifikan. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi optimal dari inhibitor perlu memperhitungkan faktor-faktor seperti biaya, toksisitas, dan efektivitasnya dalam kondisi penggunaan yang diinginkan.



Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Inhibitor Dengan Efisiensi Inhibisi

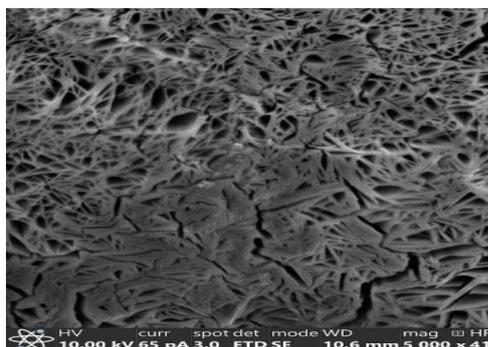
Berdasarkan analisis Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, semakin tinggi pula efisiensi inhibisinya. Efisiensi inhibisi tertinggi tercatat pada perendaman selama 17 hari dengan

konsentrasi 13 gr/ml, mencapai 71,6%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi inhibitor cenderung meningkatkan efisiensi inhibisi secara proporsional. Efisiensi inhibisi merupakan indikator kemampuan suatu inhibitor dalam menurunkan laju korosi plat baja ST 41 dalam medium korosif. Semakin tinggi efisiensi inhibisi, semakin baik kemampuan inhibitor dalam melindungi logam dari korosi. Dengan membandingkan efisiensi inhibisi antara plat baja ST 41 yang diberi inhibitor dengan penambahan konsentrasi inhibitor dibandingkan dengan kondisi tanpa penambahan inhibitor (kondisi blanko), dapat disimpulkan bahwa persentase inhibisi meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi inhibitor. Penambahan konsentrasi inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh secara signifikan meningkatkan efisiensi inhibisi terhadap laju korosi plat baja ST 41 dalam medium korosif (Utomo, 2015).

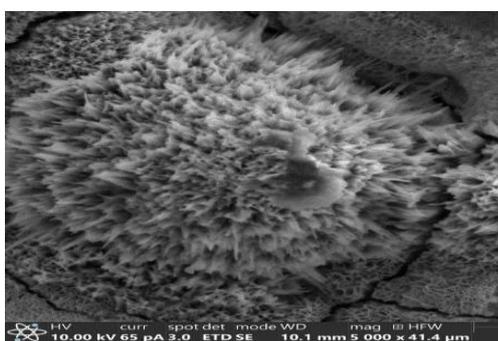
3.5 Analisa SEM

Uji SEM dilakukan untuk membandingkan permukaan baja ST 41 yang telah mengalami korosi tanpa penambahan inhibitor dengan permukaan baja ST 41 yang telah direndam dengan penambahan inhibitor. Hasil dari uji SEM akan memberikan gambaran visual tentang perbedaan struktur dan morfologi permukaan baja antara kedua kondisi tersebut. Ini dapat membantu dalam mengevaluasi efektivitas inhibitor korosi dalam melindungi baja dari korosi.

Dengan menggunakan SEM, kita dapat melihat apakah penambahan inhibitor mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan baja, yang dapat mengurangi atau mencegah terjadinya korosi. Perbandingan antara struktur permukaan baja yang telah terkorosi tanpa penambahan inhibitor dengan yang telah diberi inhibitor akan membantu dalam menilai sejauh mana inhibitor tersebut efektif dalam melindungi baja dari kerusakan akibat korosi.



(a) Baja setelah diampelas



(b) penambahan inhibitor

Gambar 4. Hasil Analisa Morfologi Menggunakan SEM

Berdasarkan Gambar 4. terlihat perbedaan antara hasil uji SEM dari baja ST 41 setelah dilakukan pengamplasan gambar (a) dan hasil uji SEM dari baja ST 41 dengan penambahan inhibitor pada saat perendaman (gambar (b)).

Pada Gambar (a) menunjukkan hasil uji SEM dari baja ST 41 setelah dilakukan pengamplasan. Permukaan baja terlihat memiliki retakan dan garis-garis halus, yang merupakan akibat dari proses pengamplasan. Meskipun demikian, retakan tersebut masih terlihat sedikit atau kecil, dan terdapat garis hitam di sepanjang permukaan baja. Ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi sedikit kerusakan akibat proses pengamplasan, permukaan baja masih relatif halus. Gambar (b) menunjukkan hasil uji SEM dari baja ST 41 dengan penambahan inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh pada saat perendaman. Terlihat bahwa lapisan berwarna cerah dan gumpalan menutupi permukaan baja. Hal ini menunjukkan bahwa terbentuknya lapisan tipis dari ekstrak daun belimbing wuluh semakin banyak, sehingga laju korosi pada baja ST 41 menjadi semakin kecil. Gambaran cerah yang dominan pada setiap sampel menunjukkan adanya elemen penyusun dengan nomor atom rendah.

Dengan demikian, hasil uji SEM menunjukkan bahwa penambahan inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh pada baja ST 41 efektif membentuk lapisan protektif, mengurangi laju korosi, dan melindungi permukaan baja dari kerusakan lebih lanjut. Gambar (a), permukaan baja terlihat memiliki retakan dan garis-garis halus, yang merupakan hasil dari pengaruh pengamplasan pada baja ST 41.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya yaitu sebagai berikut:

1. Ekstrak daun belimbing wuluh positif mengandung senyawa tanin karena berubah warna menjadi hijau kehitaman setelah ditambah FeCl 5%, serta membentuk gumpalan setelah ditambah gelatin 1%.
2. Laju korosi tertinggi terjadi pada perendaman selama 17 hari tanpa penambahan konsentrasi inhibitor, sementara laju korosi terendah terjadi pada perendaman yang sama namun dengan penambahan konsentrasi inhibitor sebesar 13 gr/ml. Penambahan inhibitor dari ekstrak daun belimbing wuluh berhasil mengurangi laju korosi, menunjukkan efektivitasnya dalam melindungi plat baja ST 41 dari korosi.
3. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, maka kehilangan massa semakin rendah. Ini menunjukkan bahwa penambahan inhibitor dapat mengurangi kerusakan pada plat baja ST 41, karena efek proteksi yang dihasilkan oleh inhibitor tersebut.
4. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor yang digunakan, maka laju korosi semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju korosi, dengan peningkatan konsentrasi menghasilkan penurunan yang proporsional dalam laju korosi.
5. Semakin tinggi efisiensi inhibisinya, maka laju korosi semakin rendah. Efisiensi inhibisi menunjukkan kemampuan inhibitor dalam menekan laju korosi plat baja ST 41, sehingga semakin tinggi efisiensinya, semakin baik pula perlindungannya terhadap korosi.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memastikan bahwa bahan uji terhindar dari pengotor sebelum dilakukan penimbangan massa. Hal ini penting untuk memastikan akurasi metode pengukuran laju korosi (weight loss) serta perhitungan efisiensi inhibisi.

Daftar Pustaka

- Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji, A. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v4i1.8931>
- Bayuseno, A. ., & Handoko, E. D. (2012). Analisa Korosi Erosi pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut. *Jurnal Karya Ilmiah UNDIP*, 1(1).
- Fahriani. (2021). *Pengaruh Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi Baja Karbon Rendah*. Skripsi. UIN Alauddin Makassar.
- Hermansyah. (2019). Kajian Kerusakkan pada Konstruksi Bangunan Basement Cooling Water Pump (CWP) PLTU Pembangkitan Sumatera Utara Bagian Utara Sektor Pembangkitan Belawan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 9(1), 13–21. <https://doi.org/10.46930/tekniksipil.v9i1.233>
- Irianty, R. S., & Sembiring, M. P. (2012). Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir dengan Pelarut Etanol-Air Terhadap Laju Korosi Besi pada Air Laut. *Jurnal Riset Kimia*, 5(2), 165. <https://doi.org/10.25077/jrk.v5i2.218>
- Markham, K. R. (1988). *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Bandung: ITB Press.
- Muhdani. (2017). *Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ dan NaCl terhadap Laju Korosi dan Kekerasan pada Baja EMS45 Berlapis Cat*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Noor, T. R., Kusuma, S. W., & Purniawan, A. (2015). Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulitbuah Jeruk dan Kulitbuah Mangga sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Karbon dalam Media NaCl 3,5%. *Indonesian Journal of Materials Science*, 17(1), 29–33. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2015.17.1.4199>
- Rochmat, A., Liantony, G., & Septiananda, Y. D. (2019). Uji Kemampuan Tanin Daun Ketapang sebagai Inhibisi Korosi pada Baja Mild Steel dalam Pipeline. *JURNAL INTEGRASI PROSES*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.36055/jip.v8i1.5601>
- Siahaan, T. S. R. (2013). *Potensi Ekstrak Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC) sebagai Alteratif Inhibitor Korosi Baja API-5L pada Media yang Sesuai dengan Kondisi Pipa Sumur Minyak Bumi*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Utomo, S. (2015). Pengaruh Konsentrasi Larutan Nano₂ sebagai Inhibitor terhadap Laju Korosi Besi dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi*

Universitas Muhammadiyah Jakarta, 7(2), 93–103.
<https://doi.org/10.24853/jurtek.7.2.93-103>

Wahyuningsih, U., Rusjdi, H., & Sulistiyo, E. (2017). Penanggulangan Korosi pada Pipa Gas dengan Metode Cathodic Protection (Anoda Korban) PT PGN Solution Area Tangerang. *Jurnal Power Plant, 5(1), 40–50.*
<https://doi.org/10.33322/powerplant.v5i1.109>