

Penggunaan Ekstrak Biji Kusambi (*Schleichera oleosa*) sebagai Inhibitor Korosi pada Baja ASTM A36 dalam Media Asam

Diterima 19 November 2024
Disetujui 15 Januari 2025
Dipublikasikan 15 September 2024

DOI: 10.32938/jcsa.v2i2.8482

Gerosa Risa Vianey Manikin^a, Matius Stefanus Batu,^a Risna Erni Yati Adu^a, Gebhardus Djugian Gelyaman^a

Abstrak

Korosi merupakan proses degradasi dari material logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia logam dengan lingkungannya. Proses korosi menyebabkan penurunan sifat mekanik logam sehingga dapat menyebabkan kerugian dalam aspek ekonomi dan keselamatan. Salah satu material yang mengalami korosi yaitu baja ASTM A36. Laju korosi logam akibat pengaruh lingkungan tidak bisa dihentikan namun lajunya dapat dikurangi. Salah satu solusi pencegahan korosi yang sangat populer adalah dengan cara penambahan zat inhibitor yang diperoleh dari ekstraksi bahan alam. Penelitian ini menggunakan inhibitor dari biji Kusambi dengan tujuan untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak biji Kusambi yang didapatkan dengan cara ekstraksi maserasi dengan pelarut metanol, untuk mengetahui kondisi optimum (waktu perendaman dan suhu), serta analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi. Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji kusambi (*Schleichera oleosa*) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid dan triterpenoid. Penelitian ini menggunakan metode pengurangan berat yang dilakukan dengan cara merendam logam ke dalam media HCl tanpa inhibitor, dan dengan inhibitor dilakukan dengan cara di *coating* lalu direndam dalam media HCl, dengan memvariasikan waktu perendaman yaitu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari dan suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C dan 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pada proses inhibisi korosi didapatkan pada waktu perendaman 6 hari dengan efisiensi inhibisi sebesar 90,62% dan laju korosi sebesar 0,1059 mm/tahun dan pada suhu 35°C dengan laju efisiensi inhibisi sebesar 77,77% dan laju korosi 0,0697 mm/tahun.

Kata Kunci: *baja ASTM A36, inhibitor, laju korosi, metode Pengurangan Berat, biji kusambi.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang, dimana Indonesia mengalami pertumbuhan dan pembangunan ekonomi setiap tahunnya, akibatnya penggunaan berbagai logam, misalnya besi, aluminium, seng, baja dan jenis logam lainnya semakin meningkat. Khususnya dalam perkembangan dunia industri selama ini, konstruksi dan teknologi yang sangat luas tidak lepas dari penggunaan material logam. Seiring berjalanannya waktu, penggunaan logam yang bersentuhan langsung dengan lingkungan sekitar dapat menyebabkan penurunan kualitas logam tersebut, akibat interaksi logam dengan lingkungan.¹ Karena penggunaan yang dilakukan terus menerus, maka kerusakan tidak dapat dihindari, salah satu kerusakan yang paling sering terjadi adalah korosi.

Korosi merupakan proses degradasi dari material logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia logam dengan lingkungannya. Proses korosi menyebabkan penurunan sifat mekanik logam sehingga dapat menyebabkan kerugian dalam aspek ekonomi dan keselamatan.² Hampir semua material yang berinteraksi dengan lingkungan pasti akan mengalami korosi, parameter yang berpengaruh pada tingkat korosi diantaranya pH, temperatur, pengaruh garam, asam, kehadiran senyawa lain dan mikroorganisme.³ Korosi biasanya dimulai pada permukaan logam dan kerusakan atau degradasi logam kemudian menyebar ke bagian dalam materi.⁴ Salah satu material yang mengalami korosi yaitu baja ASTM A36.

Baja ASTM A36 merupakan jenis material umum yang digunakan pada struktur atau konstruksi umum seperti pada pembuatan jembatan, tangki minyak, pipa dan pelat lambung kapal. Baja ASTM A36 termasuk jenis baja yang memiliki kadar karbon

rendah dengan komposisi kimia yang terdiri dari Karbon (C), Mangan (Mn), Sulfur (S), Fosfor (F), Silikon (Si).⁵ Baja karbon rendah ini merupakan tipikal baja karbon khas dengan karakteristik mudah dijadikan bahan konstruksi yang memiliki kekerasan yang cukup kuat dibandingkan besi seperti baja tipe ASTM A36. Baja tipe ASTM A36 mudah diberi perlakuan melalui pengelasan, dan harganya relatif murah serta tahan panas, namun baja ini memiliki kelemahan terutama dalam ketahanan korosi apabila diaplikasikan pada lingkungan korosif.⁶

Penggunaan logam baja juga mempunyai kelemahan seperti rentan terhadap korosi. Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi pada logam baja adalah paparan air hujan yang mengandung garam dan asam atau penyebab lain seperti zat pengotor dalam air, suhu maupun dari proses penguapan air laut.⁷

Di berbagai industri baja adalah bahan pilihan utama dalam pembuatan kapal, jaringan pipa untuk industri perminyakan, tangki penyimpanan, batrei kimia dan sebagainya semuanya dapat terkososi dengan adanya asam.⁸ Laju korosi logam akibat pengaruh lingkungan tidak bisa dihentikan namun lajunya dapat dikurangi. Proses pencegahan korosi dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain pelapisan permukaan logam, proteksi katodik dan dengan penambahan inhibitor korosi.³ Di antara beberapa metode pencegahan korosi penggunaan inhibitor sangat popular sebab mudah diperoleh, bersifat *biodegradable*, aman, ekonomis, dan ramah lingkungan.

Inhibitor korosi adalah zat yang jika ditambahkan dalam konsentrasi rendah pada media korosi akan menurunkan atau mengurangi timbulnya reaksi antara logam dengan media. Inhibitor korosi dapat digunakan untuk menghambat laju korosi juga meningkatkan dan memperpanjang umur material. Secara umum inhibitor korosi terdiri dari inhibitor organik dan anorganik. Inhibitor anorganik mengandung senyawa-senyawa kimia seperti nitrit, urea, fosfat dan senyawa amina yang berbahaya, tidak ramah lingkungan

^a Program Studi Kimia, Universitas Timor, Kefamenanu 85613, Indonesia. Email:

dan memiliki harga yang mahal. Oleh sebab itu sekarang banyak digunakan inhibitor organik untuk memperlambat laju korosi.⁹ Inhibitor yang lebih dikenal dan efektif adalah senyawa organik yang mengandung heteroatom seperti O, N, P atau S dan beberapa ikatan yang memungkinkan terjadinya adsorpsi pada permukaan logam.⁸ Inhibitor organik yaitu inhibitor yang berasal dari tumbuhan yang memiliki kandungan kimia seperti flafonoid, polifenol, alkaloid, saponin, dan tanin yang juga berpotensi untuk menghambat laju korosi pada logam dan biasanya diekstrak dari beberapa bagian tanaman seperti daun, akar, kulit, buah, biji, bunga dan batang tumbuhan. Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus memiliki pasangan elektron bebas. Unsur-unsur yang memiliki pasangan elektron bebas yang nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks.¹⁰

Metode pengurangan laju korosi dengan inhibitor merupakan salah satu metode yang umum dan berkembang sangat pesat. Pengendalian korosi menggunakan inhibitor mampu memperpanjang umur penggunaan logam atau alloy.¹¹ Inhibitor korosi bekerja dengan melakukan adsorpsi ion atau molekul di atas permukaan logam. Inhibitor akan mengurangi laju korosi terutama dengan meningkatkan atau menurunkan reaksi anodik ataupun katodik, menurunkan laju difusi reaktan ke permukaan logam dan tahanan listrik permukaan logam.⁸ Salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi yaitu tanaman kusambi (*Schleichera oleosa*).

Tanaman kusambi banyak ditemukan di wilayah Himalaya, Srilanka dan Indonesia. Di Indonesia tanaman kusambi banyak tumbuh di Jawa, Bali, Maluku, Sulawesi dan Nusa Tenggara. Prawoko (2009) menyebutkan bahwa tanaman kusambi merupakan tanaman hutan yang tumbuh baik di wilayah tropis dan tahan kekeringan atau musim kemarau. Kusambi (*Schleichera oleosa*) tergolong dalam *Famili Sapindaceae* yang mempunyai kandungan tanin rendah sehingga baik di gunakan untuk makanan ternak. Akan tetapi tanaman kusambi juga mempunyai unsur fitokimia yaitu terpenoid, flavonoid, *fenolic acid* dan lain-lain.¹² Tanaman kusambi sangat familiar di Indonesia, salah satunya di pulau Timor, akan tetapi tanaman di Pulau Timor NTT belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat karena kurangnya pemahaman masyarakat tentang manfaat dari tanaman tersebut. Meskipun demikian tanaman kusambi (*Schleichera oleosa*) memiliki kandungan kimia antara lain alkaloid, saponin dan tanin yang diduga mempunyai aktivitas antibakteri. Tanaman kusambi ini juga telah dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*,¹³ sebagai karbon aktif dalam pengolahan air sadah,¹⁴ dan pembuatan biodiesel.¹⁵

Penggunaan tanaman kusambi sebagai inhibitor korosi pada baja ASTM A36 belum pernah dilakukan atau dilaporkan. Namun tanaman ini khususnya biji kusambi dapat dijadikan sebagai inhibitor korosi. Hasil uji fitokimia dari biji kusambi telah dilaporkan oleh Tiwari, dimana ekstrak biji kusambi mengandung senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, tanin, saponin, terpenoid dan flavonoid. Biji kusambi juga memiliki kandungan minyak yang tinggi sekitar 70-73%.¹⁵ Berdasarkan struktur molekulnya, senyawa-senyawa ini dapat bertindak sebagai inhibitor korosi karena memenuhi kriteria inhibitor dari senyawa organik seperti adanya heteroatom, gugus polar, ikatan π dan pasangan elektron bebas yang menjadi sarana bagi inhibitor untuk berikatan dengan logam secara koordinasi, sehingga ekstrak biji kusambi dapat digunakan sebagai inhibitor dalam menghambat laju korosi khususnya pada baja karbon ASTM A36.

2. Eksperimen

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah biji kusambi (*Schleichera oleosa*) yang diambil dari Desa Letmafo, Kecamatan Insana Tengah, Kabupaten TTU-NTT, Asam klorida (HCl) 37% (Merck), Metanol 95% (Merck), Aseton (Merck), kertas saring, *tissue*, kertas label, kertas amplas dan aquades.

2.2 Preparasi Serbuk Biji Kusambi

Biji kusambi sebanyak 4 kg dibersihkan dari kotoran, dicuci menggunakan aquades lalu dipotong kecil-kecil, kemudian di oven menggunakan oven pada suhu 45°C sampai beratnya konstan. Biji kusambi yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak menggunakan ayakan 10 mesh sehingga diperoleh serbuk biji kusambi.⁷

2.3 Ekstraksi Biji Kusambi

Sebanyak 500 gram serbuk kusambi direndam menggunakan metanol dengan perbandingan 1:3 (b/v), selanjutnya dilakukan proses maserasi selama 5×24 jam, menggunakan *shaker* kemudian disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtratnya. Filtrat yang dihasilkan kemudian dilakukan evaporasi menggunakan *rotary vaccuum evaporator* dengan kecepatan 200 rpm dan suhu 45°C sampai pelarutnya menguap sehingga didapatkan ekstrak biji kusambi. Selanjutnya ekstrak biji kusambi dilakukan uji fitokimia, analisis gugus fungsi menggunakan instrumen FTIR.

2.4 Preparasi Spesimen Baja ASTM A36

Untuk pengujian *weight loss* (metode pengurangan berat) digunakan sampel atau spesimen baja karbon ASTM A36 dengan diameter 3 cm dipotong dengan ketebalan 0,3 cm dihaluskan permukaannya dengan ampelas baja kemudian dicuci menggunakan aquades lalu dibilas dengan aseton, selanjutnya baja ASTM A36 dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70 °C selama 30 menit. Kemudian baja ditimbang sebagai berat awal (Mahmudi, 2022).

2.5 3.3.4 Pembuatan Larutan HCl 1 M

Sebanyak 82,9 mL larutan HCl pekat dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L kemudian ditambahkan aquades. Selanjutnya dihomogenkan sampai larutan HCl tercampur sehingga didapatkan larutan HCl 1 M.¹⁶

2.6 Pengujian Efisiensi Inhibisi menggunakan Metode Pengurangan Berat

2.6.1. Variasi Waktu Perendaman

Spesimen baja karbon ASTM A36 direndam dalam gelas kimia berisi 100 mL larutan HCl 1 M tanpa inhibitor dan untuk inhibitor plat baja ASTM A36 dilapisi (*coating*) menggunakan ekstrak biji kusambi selama 1 jam kemudian direndam menggunakan larutan HCl 1 M dengan menggunakan variasi waktu 3, 6, 9, 12 dan 15 hari. Baja yang telah direndam sesuai waktu perendaman diangkat, dicuci dengan aquades lalu dibilas menggunakan aseton dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 70 °C selama 30 menit, setelah itu dilakukan penimbangan massa akhir untuk mengetahui nilai efisiensi inhibisi dan laju korosi.

2.6.2. Variasi suhu

Spesimen baja karbon ASTM A36 ditimbang dengan neraca analitik kemudian direndam menggunakan waktu perendaman optimum pada media korosi tanpa inhibitor dan untuk menggunakan inhibitor plat baja ASTM A36 dilapisi (*coating*) menggunakan ekstrak biji kusambi selama 1 jam. Selanjutnya plat baja ASTM A36 direndam dalam larutan HCl 1 M selama 4 jam dengan variasi suhu 30, 35, 40, 45 dan 50 °C. Baja yang telah direndam sesuai variasi suhu diangkat, dicuci dengan aquades lalu dibilas menggunakan aseton dan dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 30 menit, setelah itu ditimbang untuk mengetahui nilai efisiensi dan laju korosi.¹⁷

2.7 Teknik Analisis Data

2.7.1. Perhitungan Efisiensi Inhibisi

Nilai efisiensi inhibisi dapat dihitung mengikuti persamaan 1.

$$\%EI = \frac{Wo-WI}{Wo} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

EI : Efisiensi inhibisi (%)

Wo : Pengurangan massa spesimen pada media korosi tanpa inhibitor (gr)

Wi : Pengurangan massa spesimen pada media korosi dengan inhibitor (gr)

2.7.2. Perhitungan Laju Korosi

Nilai laju korosi diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.

$$CR = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Ekstraksi Biji Kusambi

Proses ekstraksi biji kusambi melewati beberapa tahapan yaitu, biji kusambi dipisahkan dari cangkangnya lalu dipotong kecil-kecil dengan tujuan untuk mempermudah pada saat proses ekstraksi. Tahap selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan dua cara yaitu pengeringan pada suhu ruangan agar sampel tidak cepat membusuk atau ditumbuhkan jamur, dan pengeringan pada oven untuk menghilangkan kadar air dalam biji kusambi dan mencegah agar senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel biji kusambi tidak hilang/rusak.

Pada penelitian ini, proses ekstraksi biji kusambi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol. Penggunaan metanol sebagai pelarut karena metanol merupakan pelarut yang bersifat universal yang dapat mengikat semua senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar, semi polar maupun nonpolar yang terdapat dalam biji kusambi. Pada proses ekstraksi, metanol akan masuk ke dalam sel melalui dinding sel sampel, akibatnya senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel akan larut dan terekstraksi secara sempurna.⁷ Proses ekstraksi maserasi dilakukan selama 5 hari. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ramlah (2020), dimana ekstraksi suatu sampel akan terekstrak sempurna jika proses maserasinya berlangsung selama 5 hari, dibantu dengan proses pengadukan menggunakan shaker. Filtrat yang diperoleh dari hasil maserasi dievaporasi untuk memisahkan pelarut dan hasil ekstrak.⁷ Ekstrak metanol biji kusambi dapat dilihat pada **Gambar 1**.

3.2 Analisis Fitokimia dari Ekstrak Biji Kusambi (*Schleichera Oleosa*)

Ekstrak metanol biji kusambi dianalisis secara fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam biji kusambi. Hasil analisis fitokimia dari ekstrak biji kusambi ditunjukkan pada **Tabel 1**.



Gambar 1. Ekstrak biji kusambi.

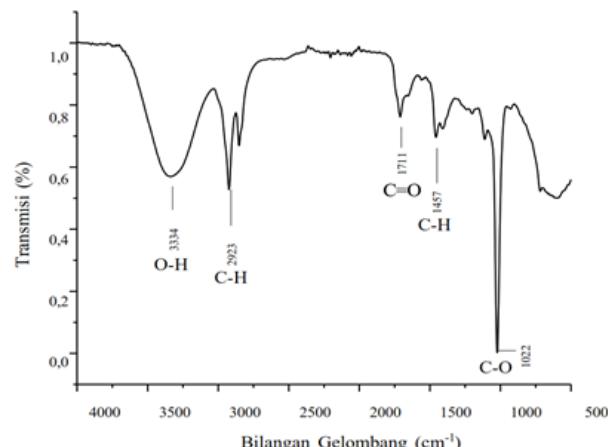
Tabel 1. Hasil analisis fitokimia dari ekstrak metanol biji kusambi

Senyawa	Pereaksi	Warna	Hasil Uji	Ket
Alkaloid	-Mayer	-Endapan putih/keruh	-Keruh	+
	-Wagner	-Endapan coklat	-Endapan coklat	+
	-Dragendorff	-Endapan Jingga	-Endapan Jingga	+
Tanin	FeCl ₃	Hijau kehitaman/biru kehitaman	Oranye	-
Flavonoid	Logam Mg, HCl	Merah atau Oranye	Keruh kehijauan	+
Steroid	Limberman bauchard	Merah atau Ungu	Kemerahan	-
Triterpenoid	Limberman bauchard	Terbentuk busa/buih	Kemerahan	+
Saponin	Aquades	Tidak terbentuk busa/buih	Tidak terbentuk busa/buih	-

Berdasarkan data **Tabel 1**, ekstrak metanol biji kusambi mengandung tiga senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid dan triterpenoid. Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa organik yang dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi sebab memiliki sifat aktif berupa pasangan elektron bebas, heteroatom dan memiliki ikatan rangkap yang merupakan sarana untuk teradsorpsi pada permukaan logam.⁸ Hal ini menyebabkan ekstrak biji kusambi berpotensi sebagai inhibitor untuk menghambat korosi pada baja ASTM A36.

3.3 Analisis Gugus Fungsi Ekstrak Biji Kusambi

Analisis gugus fungsi pada ekstrak biji kusambi menggunakan FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi serta mengkonfirmasi hasil uji fitokimia yang menunjukkan adanya golongan senyawa metabolit sekunder di dalam ekstrak biji kusambi. Spektra hasil analisis FTIR ditunjukkan pada **Gambar 2** dan dijelaskan pada **Tabel 2**.



Gambar 2. Spektra FTIR Ekstrak Biji Kusambi.

Tabel 2. Hasil analisis gugus fungsi

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi	Senyawa Metabolit Sekunder
3334	O-H	T, A, F
2923 dan 1457	C-H	T, A, F
1711	C=O	T, A, F
1022	C-O	T, F

Spektra pada **Gambar 2** dan **Tabel 2** menunjukkan hubungan antara bilangan gelombang pada spektrum infra merah (IR) dengan gugus fungsi dan senyawa metabolit sekunder. Beberapa gugus fungsi yang terdapat dalam ekstrak biji kusambi diantaranya gugus hidroksil (O-H) muncul pada bilangan gelombang 3334 cm^{-1} yang terdapat pada senyawa metabolit sekunder flavonoid, alkaloid dan triterpenoid. Gugus C-H alifatik muncul pada bilangan gelombang 2923 cm^{-1} dan juga pada bilangan gelombang 1457 cm^{-1} terdapat pada senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid dan triterpenoid. Pada bilangan gelombang 1711 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O) yang terdapat dalam senyawa metabolit sekunder flavonoid, alkaloid dan triterpenoid, dan gugus C-O muncul pada bilangan gelombang 1022 cm^{-1} ditemukan pada senyawa metabolit sekunder flavonoid dan triterpenoid. Semua gugus fungsi yang ada pada senyawa metabolit sekunder hasil uji fitokimia dapat terdeteksi pada ekstrak metanol biji kusambi. Dari hasil uji fitokimia dan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR diketahui ekstrak biji kusambi berpotensi menghambat korosi pada baja ASTM A36 dalam media korosif HCl.

3.4 Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi Logam Baja

3.4.1 Pengaruh waktu perendaman

Penggunaan variasi waktu perendaman ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari ekstrak bahan alam dalam menginhibisi dan menurunkan laju korosi baja ASTM A36 pada waktu yang relatif lama. Hal ini dapat dilihat dari seberapa besar nilai efisiensi inhibisi yang diperoleh. Hasil pengujian efisiensi inhibisi dan laju korosi logam baja yang dilakukan dengan variasi waktu 3, 6, 9, 12, dan 15 hari dalam media HCl dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi baja ASTM A36.

Waktu Perendaman (Hari)	Laju Korosi (mm/tahun)		Efisiensi inhibisi (%)	Surface Coverage
	Tanpa inhibitor	Dengan inhibitor		
1	1,0933	0,1582	85,52	0,8552
2	1,1294	0,1059	90,62	0,9062
3	1,2020	0,1356	88,71	0,8871
4	1,2925	0,2137	83,46	0,8346
5	1,3219	0,2802	78,79	0,7879

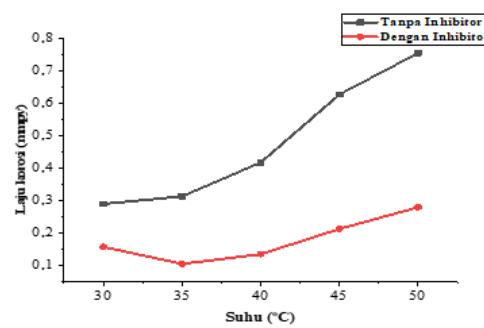
Data pada **Tabel 3** menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi logam baja menggunakan ekstrak metanol biji kusambi mengalami peningkatan dari 85,52% hingga 90,62% pada waktu perendaman 3 sampai 6 hari dan laju korosinya menurun dari 0,1582 mm per tahun sampai 0,1059 mm per tahun. Hal ini disebabkan karena terjadi penutupan permukaan logam baja oleh ekstrak metanol biji kusambi yang berperan sebagai inhibitor yang mempunyai kemampuan mengadsorpsi dan menutupi permukaan logam, sehingga semakin besar area permukaan logam baja yang tertutupi dan menghalangi serangan larutan korosi ke permukaan logam. Pada waktu perendaman 6-15 hari nilai efisiensi inhibisinya menurun dan laju korosinya meningkat. Hal ini karena terjadi proses desorpsi atau pelepasan ikatan antara inhibitor dengan permukaan logam sehingga memudahkan ion H^+ dari media korosi untuk menyerang permukaan baja sehingga proses korosinya berlangsung secara cepat. Lapisan pasif terbentuk pada sisi katodik, sehingga mempengaruhi dan menghambat reaksi reduksi katoda. Hambatan pada reaksi reduksi di katoda ini juga akan mencegah reaksi oksidasi besi yang terjadi di anoda. Dari hasil penelitian didapatkan waktu optimum pada waktu perendaman 6 hari dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 90,62% dan laju korosi sebesar 0,1059 mm per tahun.

3.4.2 Pengaruh suhu

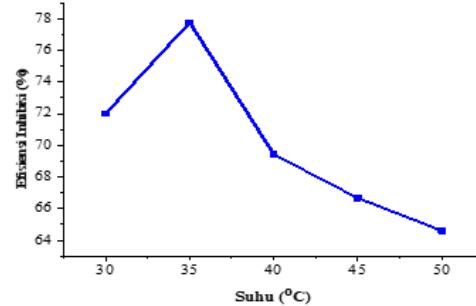
Pengaruh suhu terhadap efisiensi inhibisi dan laju korosi suatu logam dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari ekstrak bahan alam dalam menginhibisi dan menurunkan laju korosi logam pada suhu yang relatif tinggi (Akbar, 2019), dengan menggunakan variabel yang sama yaitu media HCl 1 M untuk media korosi dan waktu perendaman selama 4 jam. Hasil pengujinya ditunjukkan pada **Tabel 4**, **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

Tabel 4. Pengaruh suhu terhadap laju korosi baja ASTM A36.

Suhu (°C)	Laju Korosi (mm/tahun)		Efisiensi inhibisi (%)	Surface Coverage
	Tanpa inhibitor	Dengan inhibitor		
30	0,2906	0,1582	72,00	0,7200
35	0,3138	0,1059	77,77	0,7777
40	0,4184	0,1356	69,44	0,6944
45	0,6277	0,2137	66,67	0,6667
50	0,7555	0,2802	64,61	0,6461



Gambar 4. Pengaruh Variasi Suhu Terhadap Laju Korosi.



Gambar 3. Efisiensi Inhibisi Logam Baja Dalam Media HCl.

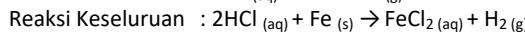
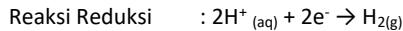
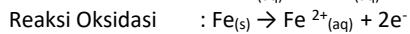
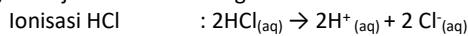
Berdasarkan data pada **Tabel 4**, **Gambar 3** dan **Gambar 4** di atas dapat terlihat bahwa nilai efisiensi inhibisi ekstrak metanol biji kusambi pada suhu 30-35°C mengalami peningkatan dari 72% hingga 77,77% dan laju korosinya menurun dari 0,0813 mm per tahun sampai 0,0697 mm per tahun. Hal ini disebabkan karena senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak metanol biji kusambi dapat membentuk senyawa kompleks dengan permukaan besi dan teradsorpsi pada permukaan besi. Pada suhu 40-50 °C nilai efisiensinya semakin menurun serta laju korosi per tahun baik tanpa inhibitor maupun dengan penambahan inhibitor mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya suhu maka meningkat pula energi kinetik partikel yang menyebabkan terjadinya tumbukan efektif pada reaksi redoks semakin besar, dan laju korosi pada logam semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Batu dkk (2022), dimana kemampuan inhibisi korosi pada suatu logam akan semakin menurun dengan meningkatnya suhu. Suhu larutan

elektrolit dapat mempengaruhi proses terjadinya korosi, meningkatnya suhu memicu peningkatan energi kinetik antara HCl dan logam yang berakibat pada peningkatan tumbukan efektif dalam reaksi redoks. Pada suhu tinggi, laju reaksi penguraian media korosi akan semakin cepat dan pori-pori pada permukaan logam semakin besar. Dari hasil penelitian didapatkan suhu optimum pada suhu 35°C dengan efisiensi inhibisi sebesar 77,77%.

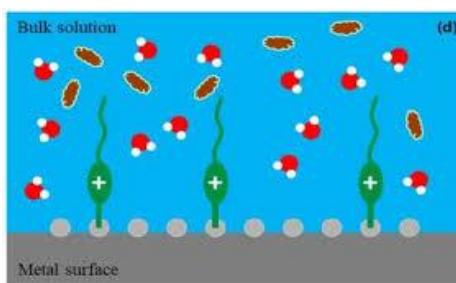
Parameter termodynamika dapat dihitung menggunakan persamaan Nernst. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai energi bebas Gibbs (ΔG) sebesar -84,92 kJ/mol. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi korosi pada baja berlangsung secara spontan, dengan laju yang semakin cepat seiring dengan lama waktu perendaman. Kenaikan suhu dapat menyebabkan nilai energi bebas gibbs (ΔG) semakin negatif sehingga mengindikasikan reaksi tersebut berjalan secara spontan.

3.5 Mekanisme Inhibisi Korosi Logam Baja

Pada umumnya mekanisme inhibisi korosi melibatkan proses adsorpsi. Proses adsorpsi terjadi dengan adanya pertukaran atau transfer elektron dari senyawa organik ke permukaan logam untuk membentuk ikatan koordinasi. Asam klorida (HCl) mengandung ion H^+ yang bersifat agresif terhadap logam. Adanya gas H_2 saat perendaman plat baja dalam media HCl tanpa inhibitor lebih banyak dibandingkan dalam media HCl dengan inhibitor pada proses pengujian korosi.⁷ Reaksi yang berlangsung selama perendaman logam baja dalam HCl sebagai berikut:



Proses uji inhibisi korosi pada logam bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Lapisan ini terbentuk dari senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid dan triterpenoid. Senyawa-senyawa ini bekerja karena adanya gugus hidroksi (OH) yang terdapat pada senyawa metabolit sekunder yang dapat berinteraksi dengan ion logam dan membentuk senyawa kompleks, yang tidak larut sehingga dapat melindungi logam dari korosi akibat serangan dari ion H^+ dari media asam yang dapat mempercepat korosi. Proses ini akan terus-menerus terjadi sampai terbentuk sebuah lapisan inert sehingga oksigen tidak lagi mengoksidasi permukaan logam. Interaksi molekul inhibitor dengan permukaan logam dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Mekanisme interaksi molekul inhibitor dengan permukaan logam

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa: Waktu optimum didapatkan pada waktu perendaman 6 hari dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 90,62% dan laju korosi sebesar 0,1059 mm/py, dan suhu optimum pada suhu 35°C dengan laju efisiensi inhibisi sebesar 77,77%.

Konflik Kepentingan

Semua penulis mengkonfirmasi bahwa tidak terdapat konflik kepentingan pada artikel ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- 1 K. A. Roni, E. Elfidiah, E. Yuliwati and ..., *J. ...*, 2022, **7**, 28–35.
- 2 A. Setiawan, N. E. Mayangsari and D. Dermawan, *CHEESA Chem. Eng. Res. Artic.*, 2018, **1**, 82.
- 3 R. Susanto, I. Azhari, M. A. Syahri and ..., ... *Workshop Natl. ...*, 2021, 4–5.
- 4 R. Andira, Z. Zulnazri, S. Bahri, A. Azhari and A. Muarif, *Chem. Eng. J. Storage CEJS*, 2022, **2**, 11.
- 5 R. K. Mahmudi, *Univ. Islam Riau*, 2022, **1**, 1–62.
- 6 A. N. Amburika and S. Sutoyo, *Pros. Semin. Nas. Kim.*, 2019, 122–131.
- 7 M. S. Batu, M. M. Kolo and A. Kono, *J. Ris. Kim.*, 2022, **13**, 188–197.
- 8 Y. Stiadi, S. Arief, H. Aziz, M. Efdi and E. Emriadi, *J. Ris. Kim.*, 2019, **10**, 51–65.
- 9 B. Ss, S. Hartanto and M. Ari, 2018, **2**, 7–11.
- 10 D. Sari, S. Handani and Y. Yetri, *J. Fis. Unand*, 2013, **2**, 204–211.
- 11 C. W. Saleh, H. Harmami and I. Ulfin, *J. Sains Dan Seni ITS*, DOI:10.12962/j23373520.v6i1.22414.
- 12 L. Hanifah and K. Kiptiyah, *Pros. Semin. Nas. Biol.*, 2020, **1**, 119–126.
- 13 O. : Wesly and B. M. Sanaouw, *Karya Tulis Ilm.*
- 14 K. Sarifudin, *Haumeni J. Educ.*, 2022, **2**, 197–207.
- 15 R. Sudradjat, E. Pawoko, D. Hendra and D. Setiawan, *J. Penelit. Has. Hutan*, 2010, **28**, 358–379.
- 16 N. G. Abi, M. S. Batu and M. M. Kolo, *J. Saintek Lahan Kering*, 2023, **6**, 14–16.
- 17 S. Sunarti, V. Kayadoe and P. D. Rahawarin, *Molluca J. Chem. Educ. MJoCE*, 2020, **10**, 72–80.