



BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian menggunakan inhibitor organik dari beberapa jenis bahan alami seperti yang dilakukan Bima dkk dengan tujuan menganalisis dan membandingkan laju korosi pada baja A 36 dengan penambahaniinhibitor ekstrak kulit buah naga merah dengan menggunakan metode eksperimen penurunan berat massa. Hasil perbandingan ekstrak kulit buah naga 50 gram dan 25 gram terhadap laju korosi baja A36 secara spesifik diperoleh nilai laju korosi terkecil pada ekstrak kulit buah naga 50 gram dengan periode 168 jam sebesar 0,0031 mpy sedangkan 25 gram ekstrak kulit buah naga mempunyai laju korosi sebesar 0,0082 mpy. Ekstrak kulit buah naga sebanyak 50 gram menunjukkan Ekstrak kulit buah naga sebanyak 25 gram pada jam ke 720 mempunyai laju korosi maksimum sebesar 0,0106 mpy, sedangkan kenaikan laju korosi terbesar terjadi pada jam ke-720 yaitu sebesar 0,0049 mpy. (Sakti et al., n.d.)

Multazam dkk melakukan penelitian tentang Efektivitas penggunaan ekstrak biji turi sebagai inhibitor pada sampel logam besi. Laju inhibisi korosi dihitung dalam penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat. Nilai laju inhibisi korosi digunakan untuk menentukan efisiensi. Seiring dengan peningkatan konsentrasi, laju korosi menurun. Dengan efisiensi inhibitor 0,0032 mg/cm² jam, nilai laju korosi terendah dicapai pada konsentrasi 15% sebesar 0,0032 mg/cm² jam terbesar pada konsentrasi 15% yaitu 93,47%. (Multazam*, Yahdi, 2023)

Evi dkk melakukan penelitian tentang Inhibitor organik. jenis inhibitor organik yang digunakan Spesimen yang digunakan meliputi Daun trembesi dengan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Spesimen baja hitam A36 dengan dimensi 3 cm x 1,5 cm x 1,14 mm digunakan, dan asam klorida 3% digunakan sebagai media korosif. Dua, empat, enam, delapan, dan sepuluh mililiter ekstrak inhibitor ditambahkan ke media korosif HCl 3%, tergantung pada jumlah spesimen yang dianalisis. Metode kehilangan berat digunakan untuk menghitung laju korosi. Laju korosi terendah ditentukan yaitu inhibitor dengan ekstrak kulit buah naga merah dengan variasi penambahan inhibitor 10 mL sebesar 0,0463 cm/yr dengan

efisiensinya 91,89 %. Sedangkan nilai laju korosi Dengan efektivitas 98,9%, penambahan 10 ml inhibitor ekstrak daun asam jawa pada konsentrasi 0,0066 cm³/tahun menghasilkan jumlah inhibitor terendah. Berdasarkan hasil penelitian, inhibitor daun asam jawa dan kulit buah naga merah dapat menurunkan laju korosi sekaligus tetap sangat efektif., cocok untuk dijadikan sebagai inhibitor organik. (Yufita et al., 2022)

Devi eka dkk melakukan penelitian Inhibitor hijau yang terbuat dari ekstrak abu sekam padi ditambahkan ke silika untuk mencegah karat. Inhibitor hijau yang terbuat dari ekstrak abu sekam padi mengandung silika, menurut hasil analisis FTIR. Ketika inhibitor hijau ini ditambahkan, laju korosi Baja ST 41 dalam larutan NaCl 3,5% menurun. Ketika inhibitor hijau 5% ditambahkan, laju korosi dalam uji Polarisation Potensiodinamik (PDP) turun dari 0,01482 mpy menjadi 0,00319 mpy, dengan nilai efisiensi inhibisi sebesar 78,446%. Mikroskop optik digunakan untuk mengamati perubahan laju korosi pada morfologi baja yang telah direndam selama tujuh hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor hijau mengurangi laju pertumbuhan korosi. (ARIFIN & Muliastri, 2022)

Farha az zahra dkk melakukan Dengan menggunakan ekstrak kafein dari ampas kopi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dan persentase efisiensi penghambatan korosi terhadap laju korosi spesimen baja murni. Pengukuran, pemotongan, pencucian, pengeringan, dan penimbangan untuk mengetahui berat awal merupakan langkah-langkah yang terlibat dalam proses perlakuan spesimen uji sebelum pelaksanaan. Untuk ampas kopi, pengeringan dilakukan dalam oven yang diatur pada suhu 105°C selama dua jam. Metode refluks digunakan untuk mengekstrak bubuk ampas kopi setelah dipisahkan dengan saringan 40 mesh. Diklorometana kemudian digunakan untuk memisahkan filtrat pada suhu 50 hingga 55°C. Uji Spektrofotometer UV-Vis kemudian dilakukan untuk mengetahui konsentrasi kafein setelah larutan dipisahkan menggunakan prosedur distilasi. Sebagai larutan inhibitor, 100 mililiter air suling kemudian ditambahkan ke ekstrak untuk mengencerkannya. Setelah membasahi permukaan baja murni untuk menerapkan penghambat ekstrak kafein bubuk kopi, baja tersebut direndam selama periode waktu yang bervariasi dalam media korosi H₂SO₄ 3%.. Durasi uji redaman adalah 0,5, 1, 2, 3, dan 4 hari. Metode penurunan berat, yang

mengukur berat massa baja murni sebelum penambahan ekstrak bubuk kopi, digunakan untuk menentukan laju korosi dan efisiensinya dan setelah adanya ekstrak ampas kopi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak ampas kopi dengan konsentrasi 183,55 ppm dapat menurunkan laju korosi pada baja murni dalam media korosi larutan H₂SO₄ 3%, dengan efisiensi penghambatan 30,407% dan durasi pelapisan ideal dua hari.(Zahra et al., 2019)

2.2 Logam

Menurut (Suwardi, 2018) Logam adalah unsur kimia yang keras, lentur, dan kuat konduktif secara elektrik dan termal, serta Titik lebur logam tinggi. Selain itu, logam juga mengkilap, magnetis, lentur, dan dapat dicampur secara merata dalam derajat yang berbeda-beda.

2.2.1 Klasifikasi logam

Ada dua kategori utama logam dan paduannya berdasarkan komponen penyusunnya, yaitu:

1. Logam *Non Ferro*

Unsur besi (Fe) tidak terdapat dalam logam non-ferrous, yang juga disebut logam non-ferrous. Logam non-ferrous murni tanpa paduan jarang digunakan karena karakteristiknya biasanya tidak memenuhi persyaratan. Perak, platina, emas, dan non-besi murni biasanya tidak digunakan tanpa dipadukan karena sifat-sifatnya yang baik, seperti ketahanan kimia, daya hantar listrik dan kekuatan namun, karena biayanya yang tinggi, Ketiga jenis logam ini hanya memiliki kegunaan tertentu. Misalnya, selain untuk mengenakan pakaian khusus, seperti perhiasan, dalam rekayasa proses dan laboratorium.

Logam non-ferrous yang digunakan dalam paduan yang terbuat dari baja atau besi untuk meningkatkan sifatnya. Logam *non-ferro* berat seperti Contoh logam non-ferrous ringan antara lain kalsium, magnesium, titanium, nikel, kromium, molibdenum, dan tungsten. Logam non-ferrous terbagi menjadi lima kategori :

- Logam dengan berat jenis lebih dari 5 kg/dm³ diklasifikasikan sebagai logam berat. logam berat termasuk seng, Timbal, timbal putih, tembaga, nikel, kromium, dan seterusnya.

- Logam ringan yang memiliki berat jenis kurang dari 5 kg/dm³ disebut logam ringan. Ini termasuk logam seperti barium, kalium, natrium, kalium, magnesium, titanium, kalsium, dan sebagainya.
- Logam mulia biasanya digunakan untuk tujuan tertentu karena nilainya yang tinggi, seperti uang atau perhiasan. Logam mulia termasuk logam seperti platina, perak, emas, dan sebagainya.
- Wolfram, molibdenum, titanium, dan zirkonium adalah beberapa contoh Dalam paduan untuk peralatan listrik, silinder mesin piston, dan peralatan lain yang harus menahan panas, logam tahan api dan batu tahan api biasanya dimanfaatkan.
- Logam radioaktif adalah logam yang dapat mengeluarkan sinar radioaktif, seperti uranium, plutonium.

Paduan logam non-ferrous dapat meningkatkan kualitas mekanisnya, yang seringkali buruk. Sebagian besar logam non-ferrous memiliki lapisan oksida kuat yang mencegah korosi. Di sisi lain, beberapa logam non-ferrous memiliki konduktivitas termal dan listrik yang kuat.

2. Logam *Ferro*

Logam besi adalah logam yang terutama terdiri dari besi (Fe) dan karbon (C), tetapi juga mengandung silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), dan sulfur (S). Baja karbon adalah salah satu komponen logam ferro.

2.2.2 Baja Karbon

Besi merupakan unsur dasar, sementara karbon merupakan bahan paduan utama dalam baja, suatu paduan logam. Komponen karbon dalam baja, yang ukurannya bervariasi antara 0,2% hingga 2,1% berat, berperan sebagai agen pengeras untuk mencegah atom-atom besi bergerak dalam kisi kristal. atomnya. Selain karbon, logam paduan lain yang sering ditambahkan ke baja termasuk mangan, kromium, vanadium, begitu pula tungsten. Dengan mengubah jumlah karbon dan unsur paduan lainnya, beberapa jenis logam dapat dibuat. Baja memperoleh kekuatan tarik dan kekerasan ketika karbon ditambahkan, tetapi juga menjadi getas dan kehilangan keuletan. (Hari Amanto, 1999).

Karbon, yang memiliki nomor atom 6, memiliki tingkat oksidasi 4.2, dan mangan, yang memiliki nomor atom 25, memiliki tingkat oksidasi 7.6423. Sifat baja murni dipengaruhi oleh karbon (C), komponen kimia utama, dan manganese. Ketika Kekuatan tarik dan kekuatan luluh baja meningkat seiring dengan kandungan karbonnya, tetapi koefisien muai material menurun dan baja menjadi lebih getas. Sifat mampu las dipengaruhi paling banyak oleh kadar karbon. Kadar karbon yang lebih tinggi menurunkan sifat mampu las.

Terlepas dari fakta bahwa karbon adalah paduan utama yang mempengaruhi hardenability, elemen lain, seperti mangan dan molibdenum, juga memiliki kemampuan untuk mengeras dan mempengaruhi *weldability* baja. Oleh karena itu, rumus yang dapat digunakan untuk menentukan secara kasar kekerasan dalam klasifikasi baja, kemampuan untuk las, dan kebutuhan untuk pra-pemanasan.

2.2.3 klasifikasi Baja Karbon

Baja karbon rendah (juga dikenal sebagai baja karbon rendah), baja karbon sedang (juga dikenal sebagai baja karbon sedang), dan baja karbon tinggi adalah tiga kategori baja karbon yang dibedakan berdasarkan persentase karbon dalam baja tersebut. (disebut baja karbon tinggi). Semua jenis baja karbon ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah

Baja ini memiliki fasa mikro dan struktur perlit dan ferrit dengan komposisi karbon kurang dari 2%. Perlakuan panas, atau martensit, tidak dapat mengkeraskan baja ini; hanya delapan pengerjaan dingin yang dapat dilakukan. Sifat mekaniknya lunak, lemah, dan sangat tangguh. Sebagai bahan bangunan yang dapat digunakan untuk membuat gedung, jembatan, rantai, dan rangka mobil, serta baik untuk mesin dan las.

2. Baja Karbon Sedang

Komposisi karbon baja karbon sedang berkisar antara 0,2 persen dan 0,5 persen Celcius (berat). Setelah dipanaskan hingga fasa austenit, dapat dikeraskan melalui perlakuan panas. Setelah ditahan selama beberapa waktu, baja tersebut didinginkan dengan cepat dalam air—prosedur yang dikenal

sebagai pendinginan—untuk menghasilkan fase keras yang disebut martensit. Baja ini dapat mengeras dan terdiri dari karbon sedang, atau karbon biasa. Mungkin lebih keras karena kandungan karbonnya yang tinggi. Namun, tidak dapat dilas, dengan kata lain tidak dapat dilas. Mampu kerasnya ditingkatkan dengan menambahkan Cr, Ni, dan Mo. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah, jadi cocok untuk roda gigi, poros engkol, kereta api, bagian mesin, dan struktur lain yang harus kuat dan tahan terhadap keausan.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja dengan kadar karbon lebih dari 0,6% disebut baja karbon tinggi. Baja jenis ini memiliki nilai kekerasan yang tinggi dan dapat menahan suhu tinggi. Namun, berbeda dengan baja karbon rendah dan menengah, baja karbon tinggi memiliki nilai duktilitas yang lebih rendah. Baja karbon tinggi banyak digunakan dalam peralatan seperti palu, mata bor, keran, kikir, mata potong, mata gergaji, serta produksi kawat dan kabel baja karena memiliki kekuatan tarik tertinggi. kikir, mata potong, mata gergaji, dan pembuatan kawat baja serta kabel baja

2.3 Korosi

Korosi berasal dari kata latin "Corrodere", berarti perusakan atau berkarat logam. Ini berarti bahwa suatu material (biasanya logam) menjadi lebih buruk karena reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya, yang menyebabkannya benda menjadi rapuh, ikas, dan mudah hancur. Korosi adalah Ketika suatu material mengalami penurunan kualitas atau kerusakan akibat interaksi lingkungan, karakteristiknya kembali ke keadaan semula. Korosi, sebagaimana didefinisikan oleh "The American Heritage Science Dictionary", adalah kerusakan atau kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia terhadap suatu material. Menurut "ISO 8044", korosi adalah hubungan antara perubahan fisik dan kimia pada material logam, di mana reaksi baru yang disebabkan oleh difusi lingkungan akan mengubah karakteristiknya. (Pedferri, 2018).

Korosi adalah istilah yang mengacu pada Kerusakan atau korosi logam yang disebabkan oleh reaksi dengan lingkungan korosif. Reaksi kimia atau elektrokimia logam dengan lingkungan dapat menyebabkan korosi juga. Sebuah definisi

tambahan menyatakan bahwa korosi adalah proses yang berlawanan dengan Logam diekstraksi dari bijih mineral. Misalnya, besi diekstraksi dan diproses dari bijih besi, yang ditemukan secara alami sebagai oksida besi atau besi sulfida. Besi kemudian digunakan untuk membuat baja atau paduan baja. Baja tersebut terkorosi (berubah menjadi oksida besi) akibat reaksi lingkungan saat digunakan.

Untuk menentukan kemungkinan terjadinya korosi, Hukum Nernst dan deret Volta akan sangat berguna. Banyak faktor yang memengaruhi laju korosi., salah satunya adalah apakah ada lapisan oksida atau tidak; ini karena lapisan pada oksida dapat mencegah perbedaan antara elektroda lainnya, yang akan sangat berbeda jika elektroda tersebut tidak tertutup oksida.

2.4 Jenis – jenis korosi

Macam – macam korosi dibagi menjadi beberapa kategori berikut: korosi selektif, korosi tegangan, korosi erosi, korosi galvanik, korosi seragam, korosi pitting, korosi celah, dan korosi intergranular.

2.4.1 Korosi merata

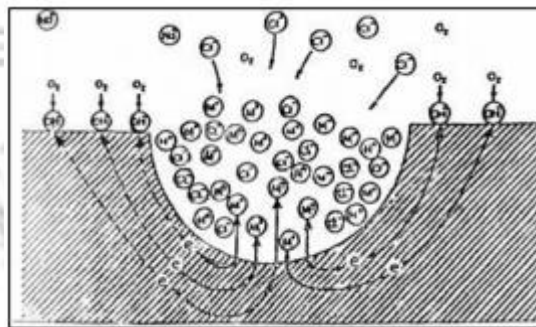
Jenis korosi yang paling umum adalah korosi yang terjadi secara seragam dan pada permukaan logam terlihat merata dengan intensitas yang sama, seperti pada gambar 2. 1. Dampak korosi atmosfer dipermukaannya ini terjadi ketika seluruh komposisi permukaan logam identik. Pelapisan permukaan logam biasanya digunakan untuk mengatasi korosi jenis ini atau dengan memberikan "pengurangan korosi" dalam jumlah tertentu yang disesuaikan dengan usia alat yang direncanakan



Gambar 2. 1 korosi merata

2.4.2 Korosi sumuran

Korosi sumuran merupakan jenis korosi saat muncul dan terkonsentrasi di area tertentu. Klorida biasanya adalah penyebab serangan korosi ini. Pecah lapisan pasif, goresan pada permukaan, *crack* akibat beban mekanik, phasa kedua, dan zat lainnya adalah beberapa penyebabnya. Pada awal proses korosi, biasanya hanya terjadi korosi biasa. Namun, pada tahap berikutnya, mekanisme korosi mirip dengan korosi celah karena deplesi oksigen dalam celah. Akibatnya, sumuran menjadi lebih asam karena banyaknya ion H^+ di dalamnya dan menarik ion Cl^- di dalamnya. Seperti pada gambar 2.2 menyebabkan reaksi korosi yang lebih mengerikan. Namun, korosi sumuran biasanya lebih kecil daripada korosi celah. Jika korosi sumuran berjumlah banyak dan jaraknya yang saling berdekatan antar satu sama lain, maka korosi sumuran akan mengakibatkan permukaan logam menjadi kasar. Korosi sumuran diakibatkan komposisi pada material yang tidak homogen, lapisan pelindung yang rusak, endapan dipermukaan material, serta adanya bagian yang cacat pada material.



Gambar 2. 2 korosi sumuran

2.4.3 Korosi celah

Korosi celah, juga dikenal sebagai korosi crevice, dimana ketika logam berdekatan dengan logam lain karena adanya lubang yang memungkinkan air dan kotoran terperangkap. Akibatnya, bagian dalam lubang lebih bersifat katodik dan lebih anoda. seperti gambar 2.3 korosi celah pada sambungan pipa. Mekanisme korosi lubang dimulai dengan perubahan Konsentrasi zat kimia, biasanya oksigen, yang membentuk konsentrasi sel elektrokimia (perbedaan antara oksigen dan sel

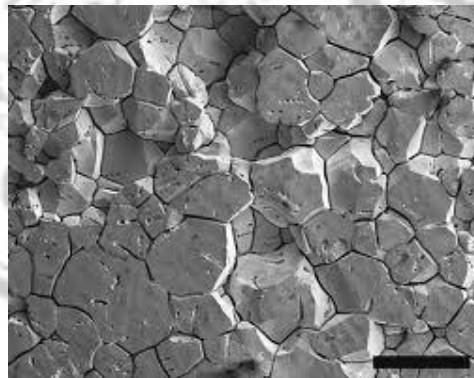
aerasi). pH dan kandungan oksigen lebih tinggi di luar katode, atau celah, tetapi kandungan kloridanya lebih rendah.



Gambar 2. 3 korosi celah pada sam

2.4.4 Korosi antar butiran

Mereka lebih reaktif di dekat batas butir. Kegunaan logam dipengaruhi oleh batas butirnya. Suatu zat dikatakan lebih lemah jika batas butirnya lebih sedikit. Daerah yang dekat dengan batas butir akan terkorosi terlebih dahulu ketika logam berkarat. daripada area di luar batas butir. Serangan yang terjadi di dekat Seperti yang terlihat pada Gambar 2.4 batas butir disebut korosi intergranular. Pengurangan unsur-unsur di area batas butir, penambahan unsur paduan, atau kontaminan pada batas butir, semuanya dapat menyebabkan korosi intergranular. Misalnya, kelarutan besi yang lambat menyebabkan serangan pada batas butir paduan yang terbuat dari besi dan aluminium.



Gambar 2. 4 korosi antar butiran

2.4.5 Korosi galvanik

Ketika dua logam berbeda dimasukkan ke dalam larutan korosif, mereka sering mengalami perbedaan potensial. Ketika logam berinteraksi satu sama lain, dapat terjadi perubahan, yang menghasilkan fluks elektron. Logam yang kurang mulia (anodik) berubah menjadi ion positif akibat elektron yang hilang darinya ke

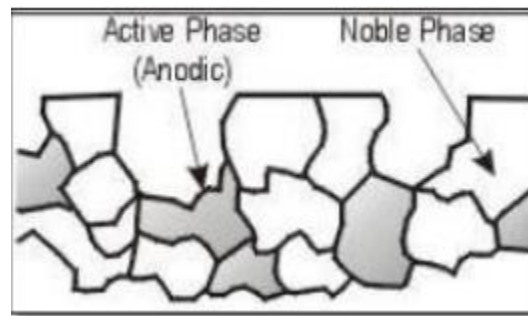
logam yang lebih mulia (katoda). Garam logam terbentuk ketika ion positif logam berinteraksi dengan ion negatif elektrolit. Akibatnya, logam hilang dari permukaan anoda. Logam yang terpapar korosi akan menyerang logam yang kurang tahan terhadap korosi, dan logam yang lebih tahan akan lebih jarang diserang. Anoda akan menjadi logam yang mengalami korosi, dan logam yang lebih tahan korosi akan lebih tahan korosi. Ketika kedua logam tersebut bergabung, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5, logam katoda biasanya akan diserang dengan sedikit atau tanpa korosi dimana daerah disekitar permukaan baut tidak mengalami korosi. Jenis korosi ini disebut korosi *galvanik*.



Gambar 2. 5 korosi galvanik

2.4.6 Korosi selektif

Korosi selektif pada satu atau lebih komponen paduan larutan padat dikenal sebagai pelindian selektif. Istilah lain untuk ini antara lain serangan dealloying, pemisahan, dan pelarutan selektif. Dekarburisasi, dekobaltifikasi, denikelifikasi, dezinkifikasi, dan korosi grafit adalah contoh umum dealloying. Logam dan paduan yang berbeda memiliki potensial yang berbeda (juga dikenal sebagai potensial korosi) dalam elektrolit yang sama, begitulah cara kerja pelindian selektif. ditunjukkan pada gambar 2. 6. Berbagai unsur paduan dengan potensi korosi yang bervariasi ditemukan dalam paduan modern. Serangan preferensial terhadap unsur-unsur yang lebih "aktif" dalam paduan dipicu oleh kemungkinan perbedaan antar unsur paduan. Seng lebih mudah larut dari paduan tembaga-seng ketika kuningan didezincifikasi, meninggalkan lapisan permukaan tembaga yang rapuh dan berpori.



Gambar 2. 6 korosi selektif

2.4.7 Korosi tegangan

Korosi retak tegangan, juga dikenal seperti karat di bawah tekanan. Proses pencetakan yang dikenal sebagai retak membutuhkan aksi simultan dari tegangan tarik dan karat, suatu zat yang merusak. Ini tidak termasuk korosi *interkristalin* atau *transkristalin*, yang memiliki kemampuan untuk menurunkan paduan tanpa adanya tekanan yang diberikan atau pengurangan bagian yang terkorosi akibat dari gagal patahan cepat. Penggetasan hidrogen dapat menyebabkan retak korosi tegangan seperti pada gambar 2. 7.

Mekanisme korosi tegangan adalah hasil dari tiga faktor yang saling berhubungan: bahan yang rentan terhadap korosi, larutan elektrolit (lingkungan), dan tegangan. Sebagai contoh, baja ringan rentan terhadap larutan alkali, Baja tahan karat dimungkinkan untuk menyerap klorida dan tembaga paduan rentan terhadap senyawa amonia.



Gambar 2. 7 korosi tegangan

2.4.8 Korosi erosi

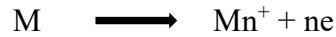
Salah satu jenis korosi melibatkan pergerakan relatif gas atau fluida korosif pada logam, yang terjadi secara mekanis. Dalam hal ini, kerusakan akibat korosi dan erosi saling mendukung. Logam yang terkikis mengalami keausan, yang menyebabkan tepinya menjadi tajam dan kasar. Komponen-komponen ini sangat rentan terhadap korosi, dan erosi tambahan akan terjadi akibat benturan seperti pada gambar 2. 8 dimana pipa akan tergerus oleh gesekan yang menyebabkan keausan pada permukaan pipa. Korosi erosi disebabkan karena *impingment corrosion*, yaitu akibat fluida sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam yang mengakibatkan korosi pada logam. (Supardi, 1997)



Gambar 2. 8 korosi erosi

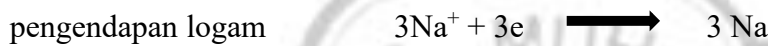
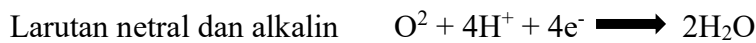
2.5 Mekanisme korosi pada logam

Korosi logam adalah ketika logam rusak atau kehilangan kualitasnya karena berinteraksi dengan lingkungan korosif. Reaksi reduksi dan oksidasi kimia atau elektrokimia atau disebut korosi mengeluarkan elektron pada logam ke luar. Ketika material pada logam terurai dalam reaksi permukaan dengan bahan kimia di lingkungan sekitarnya, korosi terjadi. Dua reaksi elektrokimia terlibat dalam proses ini: penerimaan elektron (reaksi reduksi) dan pelepasan elektron (reaksi oksidasi). Logam dapat terkorosi jika berada dalam sel elektrolit. Logam akan mengalami oksidasi spontan dalam reaksi anoda jika terpapar media fluida dengan pH mendekati netral. Selama peristiwa korosi, logam dioksidasi dan oksigen, atau udara, direduksi. Dalam kebanyakan kasus, karat logam terdiri dari karbonat atau oksida. Padatan berwarna coklat kemerahan yang dikenal sebagai $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, adalah rumus kimia karat besi.

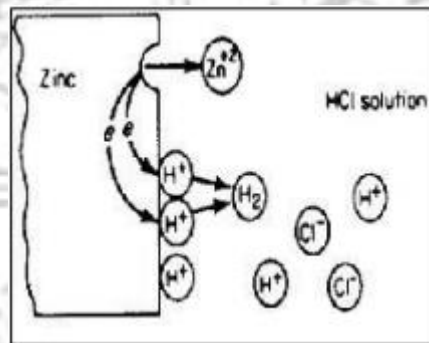


reaksi katoda, yang terjadi di daerah katoda selama proses korosi, ditandai dengan hilangnya elektron dari reaksi anoda ketika logam M teroksidasi menjadi ion tunggal (n^+). Proses korosi melibatkan berbagai reaksi katoda seperti dibawah ini :

Evolusi gas hidrogen :



seperti gambar 2. 9 proses mekanisme koro larutan asam HCL



Gambar 2. 9 mekanisme korosi

2.6 Faktor – faktor yang mempengaruhi laju korosi

Penyebab internal dan eksternal adalah dua kelompok besar faktor-faktor yang memengaruhi korosi. Perlakuan permukaan, perlakuan panas, pendinginan, dan variasi struktur merupakan contoh variabel internal. Interaksi elektrokimia logam-lingkungan sekitarnya merupakan salah satu jenis faktor lingkungan yang memengaruhi korosi logam.

1. Power of Hydrogen (PH)

Kekuatan hidrogen diwakili oleh pH. Keasaman atau alkalinitas suatu material dapat ditentukan dengan mengukur konsentrasi ion hidrogen, atau pH. pH 7 menunjukkan netralitas, pH kurang dari 7 menunjukkan keasaman dan korosi, sementara pH 8 menunjukkan bersifat basa dan korosif. Di sisi lain,

besi terkorosi sangat lambat pada pH antara 7 dan 14. Pada pH di bawah 7 dan di atas 14 laju korosi meningkat. (jalaludin 2015)

2. Temperatur

Walaupun fakta bahwa kelarutan oksigen berkurang seiring dengan peningkatan suhu, umumnya dianggap bahwa penambahan suhu meningkatkan laju korosi. Korosi sangat mungkin terjadi ketika temperatur metal tidak seragam. Titik yang paling cocok untuk korosi adalah sekitar 328 – 353 K.

3. Gas yang terlarut

Beberapa gas yang terlarut, antara lain CO_2 , O_2 , dan H_2S , memengaruhi laju korosi logam. Mereka juga memengaruhi transfer muatan dalam larutan. Contohnya Oksigen, terdapat Logam seperti paduan baja ringan akan terkorosi akibat oksigen terlarut, dan laju korosi akan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan oksigen. Suhu, tekanan, dan kandungan klorida memengaruhi tingkat kelarutan oksigen dalam air. Pada suhu ruangan dan tekanan 1 atm, kelarutan oksigen adalah 10 ppm; kelarutan ini menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan konsentrasi garam. Korosi dapat dihindari dengan menggunakan air dan oli dengan kadar oksigen 0,05 ppm atau kurang. (Jalaluddin et al., 2015)

4. Faktor Bakteri Pereduksi Sulfat (SRB)

Bakteri pereduksi sulfat menghasilkan gas H_2S dari ion sulfat, yang mengkorosi besi ketika bersentuhan dengannya. Ketika permukaan logam terpapar udara bersuhu ruangan, permukaan tersebut biasanya teroksidasi dan menciptakan lapisan oksida yang sangat tipis, yang sering disebut sebagai lapisan kusam. Permukaan substrat logam hanya sedikit rusak oleh korosi kering yang sangat terbatas ini. Namun demikian, hampir semua logam dan paduan mengalami laju reaksi yang substansial dengan lingkungannya pada suhu tinggi, membentuk lapisan oksida pelindung yang tebal (kerak). Karena kemungkinan difusi dua arah bahan kimia reaktif antara fase gas dan substrat logam, fase cair berbahaya dapat muncul pada ukuran ini. Karena adanya air,

serangan elektrokimia terjadi pada korosi basah atau berair, yang dapat merusak permukaan logam dan mengakibatkan sejumlah masalah di semua industri.

5. Padatan terlarut

Ion garam klorida, terutama yang menyerang lapisan baja ringan dan baja tahan karat, menyebabkan pitting, korosi lubang, dan pecahnya paduan logam.

6. Kecepatan fluida

Kecepatan aliran fluida meningkat. Akibatnya, kontak antara zat dan logam akan mempercepat laju korosi. Sehingga ion logam akan semakin banyak yang lepas dan logam akan mudah mengalami. (Trapalis CC et al., 2003)

7. Pengaruh Pasangan Galvanik

Interaksi berbagai bahan sulit dihindari saat menggunakan material secara umum. Variasi pada paduan dan bahan merupakan hal yang umum. selama proses aliran fluida dan pemipaan. Permukaan sepotong seng akan melepaskan ion hidrogen ketika diikat dengan platinum atau logam berharga lainnya dalam larutan asam klorida karena platinum tidak bereaksi dalam media ini. Permukaan platinum lebih konduktif terhadap evolusi hidrogen daripada permukaan seng. contoh ini, hasil dari pasangan galvanik hampir sama dengan mencampur larutan korosif dengan oksidator. Elektron logam akan hilang dalam hal ini, sehingga tingkat pelarutannya meningkat.

2.7 Pengendalian korosi

Suatu logam akan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya dan mengalami pertukaran ion antara permukaannya dan udara di sekitarnya jika dibiarkan di luar. Perbedaan potensial antara logam dan lingkungannya menyebabkan korosi logam, tetapi produk korosi seperti karatan yang tebal (dense) akan membantu logam karena dapat menghentikan pertukaran ion secara langsung. Mencegah interaksi ion antara logam dan lingkungan sekitarnya merupakan ide dasar di balik perlindungan logam terhadap korosi. Berbagai upaya dilakukan untuk memperlambat pertukaran ion, meskipun tidak dapat dihentikan sepenuhnya. Istilah "pengendalian korosi" diciptakan berdasarkan kriteria ini, dan pada dasarnya

mengacu pada pengaturan pertukaran ion agar tidak terjadi terlalu cepat. Menurut teori korosi, pertukaran ion dengan lingkungan sekitarnya ini disebut sebagai arus korosi. Akibatnya, laju korosi pada logam sangat dipengaruhi oleh besarnya arus korosi. (Azwar, 2011)

Logam dilindungi oleh teknik pengurangan korosi yang umum :

1. Desain

Beberapa variabel yang dapat memengaruhi laju korosi atau kerusakan lapisan logam pelindung meliputi suhu, kelembapan laju, konsentrasi elektrolit, polutan padat atau terlarut, pH relatif, dan konsentrasi oksigen. Faktor-faktor lingkungan ini harus dipertimbangkan sejak awal proses desain

2. Pemilihan bahan

Untuk mencegah korosi, pilihan Dalam beberapa situasi korosif, logam atau paduan dapat mengurangi risiko korosi. Sambungan, metode produksi, dan pola tegangan struktural yang harus diterapkan menentukan pilihan bahan-bahan tersebut. Pilihan material lingkungan yang tepat dapat mengurangi kerugian akibat korosi.

3. Pelapisan

Pelapisan biasanya menerapkan bahan kimia atau bahan pelindung pada logam induk. untuk mengurangi kontak antara logam dan lingkungannya. Jenis pelapis adalah sebagai berikut: Cat/pelapis organik, pelapis metalik, pelapis konversi kimia, dan pelapis lainnya (termoplastik, enamel)

4. Proteksi katodik

Salah satu metode untuk menghentikan korosi di tanah dan lingkungan terendam adalah proteksi katodik. Proteksi katodik melindungi logam dari beberapa bentuk korosi dengan menggunakan arus searah (DC) dari sumber eksternal. Sel elektrokimia dihasilkan dengan menggabungkan logam dengan potensial yang lebih tinggi dengan struktur logam., yang memberikan perlindungan korosi semacam ini. Terdapat beberapa bentuk proteksi katodik, seperti: Aplikasi Seng Galvanik Arus Tertekan - Anoda Korban Galvanik, Cat Kaya Seng dan Metalisasi Seng - Galvanisasi dengan celupan panas.

5. Proteksi anodik

Arus anoda akan menurunkan laju produksi hidrogen dan meningkatkan laju pembentukan logam yang tidak larut. Hal ini dapat terjadi baik pada logam fungsional maupun non-fungsional, termasuk Ni, Fe, Cr, Ti, dan campurannya. Logam tersebut akan menjadi pasif dan logam yang kurang larut akan terbentuk jika arus yang mengalir melaluinya diatur secara cermat menggunakan potensiostat..

6. Perlakuan lingkungan

Metode penanggulangan korosi ini mengubah untuk membuat lingkungan korosif menjadi kurang atau tidak korosif. Penggantian media atau elektrolit dan penggunaan inhibitor merupakan dua (dua) kategori teknik penanganan lingkungan.

2.8 Inhibitor

Ketika diperkenalkan pada tingkat jejak di lingkungan, inhibitor dapat memperlambat laju korosi logam. Sejumlah pertimbangan perlu dipertimbangkan saat memilih inhibitor. Hal ini meliputi ketersediaan inhibitor, keamanan lingkungan, toksisitas terhadap makhluk hidup dan lingkungan, serta biaya tinggi, terutama jika digunakan dalam dosis besar. Kategori pengendalian korosi dalam penanganan lingkungan mencakup inhibitor itu sendiri.

Inhibitor digunakan untuk mencegah korosi di bagian dalam struktur yang disebabkan oleh fluida yang tersimpan atau mengalir melaluinya. Biasanya, inhibitor dalam jumlah sedikit ditambahkan ke dalam uap, air pendingin, lingkungan asam, dan lingkungan lainnya. Penggunaan inhibitor memiliki beberapa keuntungan, seperti memperpanjang umur material atau struktur, mengurangi waktu henti produksi, mencegah kecelakaan akibat korosi, mencegah kontaminasi produk, dan banyak lagi (Nugroho, 2015). Inhibitor korosi biasanya memberikan perlindungan korosi dengan memberikan lapisan pelindung dengan mengikat secara kimia ke permukaan logam. Spesies yang dapat menyerang baja dapat dikurangi dengan inhibitor, Ia memiliki kemampuan untuk benar-benar menempel pada permukaan logam. dan bereaksi dengan lingkungan korosif. Inhibitor dapat diaplikasikan pada instalasi dengan tiga cara utama:

- *continuous injection*

Teknik penyuntikan inhibitor dengan dosis yang tepat

- *squeeze treatment*
Meskipun proses produksi tidak harus dihentikan, prosedur ini sebanding dengan pemrosesan batch pada jaringan pipa minyak.
- *batch treatment*
Pipa gas dan sumur minyak adalah contohnya. Teknik pemrosesan batch juga digunakan untuk tujuan ini karena tangki penyimpanan membutuhkan banyak inhibitor untuk membilas komponen-komponen yang perlu diamankan. membersihkannya.

Sistem korosif ditangani dengan inhibitor korosi, yang merupakan senyawa kecil. untuk menghentikan proses korosi. Baik logam maupun elektrolit dipengaruhi oleh inhibitor korosi, yang mengubah proses elektrokimia. Sektor kimia, pengolahan air, pendinginan otomotif, dan sektor lainnya semuanya banyak menggunakan inhibitor. Inhibitor korosi harus memenuhi berbagai karakteristik, seperti:

- mampu memberikan lapisan pelindung yang kuat pada permukaan logam
- Tidak memiliki dampak pada proses manufaktur
- Tidak merugikan atau membahayakan ekosistem
- Tidak terpengaruh oleh aktivitas mikrobiologi, dan bahkan mungkin mencegahnya.

2.9 Klasifikasi inhibitor

Jenis zat atau mekanisme penghambatan dapat digunakan untuk mengategorikan inhibitor untuk mengategorikan inhibitor, tetapi setidaknya mereka dapat dipisahkan menjadi dua kelompok: satu menurut mekanisme senyawa dan lainnya menurut sifatnya.

2.9.1 Inhibitor berdasarkan proses mekanisme penghambatnya

1. Inhibitor Katodik

Inhibitor antarfasa, juga dikenal sebagai inhibitor katodik, memiliki kemampuan untuk mengurangi Salah satu langkah proses katoda dihentikan untuk menentukan laju korosi. Penangkapan gas oksigen atau pelepasan ion

hidrogen adalah dua contohnya. Pembentukan hidrogen dari proton merupakan proses utama yang terjadi di katode dalam lingkungan berair :

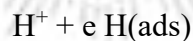


dan proses reduksi gas oksigen di lingkungan asam



Reaksi oksidasi-reduksi dalam sel korosi terdiri dari dua peristiwa reduksi dan oksidasi yang terjadi secara bersamaan. Oleh karena itu, Jika reaksi reduksi tertanam di katode, reaksi oksidasi dihentikan di anoda.. Aturan pertama untuk mencegah korosi logam dalam kondisi asam dan berair adalah sebagai berikut.

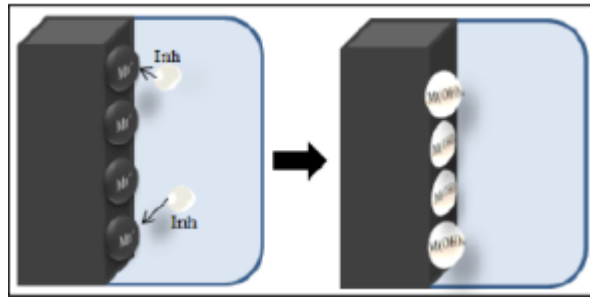
Aturan kedua terjadi ketika senyawa kimia tertentu diaplikasikan ke permukaan katoda, baik melalui reaksi kimia maupun dengan mengubah pH atau parameter larutan lainnya. Inhibitor terbagi menjadi tiga kategori: inhibitor yang biasanya pasif pada katoda, inhibitor yang mengendap pada katoda, dan inhibitor yang menyebabkan inhibisi pada katoda, dan inhibitor yang meracuni katoda, yang pada dasarnya mengganggu proses katoda. Reaksi awal diserap di permukaan katoda jika gas hidrogen dihasilkan.



atau



Kedua langkah reaksi yang disebutkan di atas, terutama yang pertama, harus dihentikan oleh inhibitor. Penurunan arus katoda dapat dicapai dengan menurunkan tegangan, sesuai dengan diagram arus potensial (voltagram) reaksi produksi hidrogen dari asamnya. menjadi katodik. Jika inhibitor hanya menghentikan reaksi kedua, hal itu harus dipertimbangkan. saja, maka atom hidrogen akan menumpuk pada permukaan katoda seperti pada gambar 2. 10. Atom-atom ini memiliki kemampuan untuk memasuki kisi logam dan menghasilkan kerapuhan hidrogen.. Peningkatan polarisasi sistem mengontrol pembentukan hidrogen.



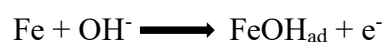
Gambar 2. 10 mekanisme inhibitor katodik

2. Inhibitor anodik

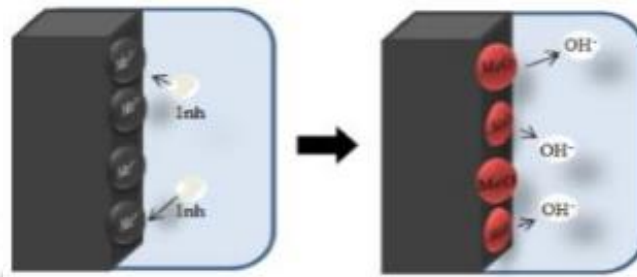
Inhibitor anoda juga dikenal sebagai inhibitor antarmuka. Dengan mencegah ion logam masuk ke dalam larutan, Inhibitor jenis ini menurunkan laju korosi. Hal ini terjadi karena pasivasi mengurangi luas area anoda. Mekanisme inhibitor ini meningkatkan polarisasi anoda dan membentuk lapisan pasif tipis atau film garam di atasnya dengan bereaksi dengan ion logam yang terkorosi. anoda tersedia dalam dua jenis (P. R. (2000) Roberge, 2000) yaitu :

1. Contoh ion pengoksidasi yang jika tidak ada oksigen, dapat membentuk lapisan pasif meliputi kromium, nitrit, dan nitrat.
2. Dengan kehadiran oksigen, phospat, tungstate, dan molybdat adalah beberapa ion yang tidak mengoksidasi yang dapat menutupi baja dalam lapisan pasif disebut *Non-Oxydizing ions*

Inhibitor anoda dianggap berbahaya karena penggunaan inhibitor yang berlebihan justru akan mempercepat laju korosi, alih-alih menghilangkan komponen katoda. Serangan paling parah terjadi tepat sebelum inhibisi total. Baik kondisi tanpa serangan maupun kondisi serangan pitting lokal dapat terjadi dalam sistem yang dilindungi secara anoda. sangat kuat. Dikarenakan luasan anoda dan katoda Konsentrasinya sangat rendah di bawah keseluruhan efek penghambatan. Ini adalah ilustrasi inhibitor yang bersifat pasivasi anoda.:



Katalis FeOH_{ad} berkurang akibat teradsorpsinya molekul organik pada permukaan logam. Akibatnya, laju korosi berkurang ditunjukkan pada gambar 2. 11. Contoh penghambat anodik meliputi kromat, nitrat, nitrit, fosfat, silikat, borat, dan molibdat. Saat peralatan pabrik dibersihkan secara kimiawi, inhibitor jenis ini sering digunakan atau ditambahkan.



Gambar 2. 11 mekanisme inhibitor anodik

3. Inhibitor campuran

kombinasi inhibitor yang bersifat katodik dan anodik. Inhibitor campuran biasanya terdiri dari zat pengoksidasi (seperti kromat atau nitrit) dan zat non-pengoksidasi (seperti ortofosfat atau silikat) yang menyebabkan presipitasi. Sekitar 80% inhibitor terbuat dari zat kimia yang tidak dapat ditentukan secara spesifik sebagai anodik atau katodik. Seberapa efektif inhibitor organik bergantung pada seberapa banyak Inhibitor campuran melapisi dan menyerap permukaan logam. Adsorpsi dipengaruhi oleh jenis elektrolit, struktur inhibitor, dan muatan permukaan logam. Inhibitor campuran menawarkan tiga metode potensial perlindungan logam: pembentukan lapisan tipis, kemisorpsi, dan adsorpsi fisik. Laju reduksi katodik atau oksidasi anodik akan diperlambat oleh inhibitor ini. Pada permukaan logam, inhibitor akan membentuk lapisan pasif. Inhibitor telah terbukti teradsorpsi ke permukaan logam melalui kemisorpsi atau adsorpsi fisik (elektrostatik). (Winston, 2011).

Inhibitor dan permukaan logam tertarik satu sama lain oleh gaya elektrostatik, yang menyebabkan adsorpsi fisik (adsorpsi fisik). Adsorpsi inhibitor bermuatan negatif (anionik) terjadi ketika permukaan logam bermuatan positif. meskipun memiliki kelebihan, inhibitor ini dipisahkan dari permukaan logam dengan mudah. Selain itu, peningkatan suhu akan merusak molekul yang teradsorpsi. (Winston, 2011)

Jika dibandingkan dengan reaksi fisik, penyerapan chemisorpsi membutuhkan waktu yang lebih lama daripada penyerapan fisik. Penyerapan chemisorpsi melibatkan pembagian muatan (berbagi elektron) atau penyerahan muatan antara permukaan logam dan inhibitor. Proses kemisorpsi merupakan respons yang bertahap dan permanen.

2.9.2 Inhibitor berdasarkan sifat senyawanya

1. Inhibitor anorganik

Mineral yang tidak mengandung karbon organik dalam molekulnya merupakan sumber inhibitor anorganik, dan digunakan untuk memperlambat atau menghentikan proses korosi logam. Cara kerja inhibitor anorganik adalah dengan mengubah sifat kimia atau fisik media korosif, atau dengan membentuk melapisi permukaan logam untuk perlindungan. Inhibitor ini terdiri dari silikat, fosfat, kromat, dan nitrit. Karena mengandung gugus aktif, anion negatif, yang membantu mengurangi korosi, inhibitor anorganik diklasifikasikan sebagai inhibitor anodik garam kromat, fosfat, seng, dan natrium nitrit sering digunakan sebagai inhibitor anorganik. (Hatch GB, 1984). Meskipun senyawa ini memiliki kelemahan signifikan karena bersifat racun, Aplikasi yang menggunakan lapisan anti-korosi juga sangat diuntungkan oleh bahan kimia ini. (Haryono, Gogot, Bambang Sugiarto, 2010).

2. Inhibitor organik

Bahan organik alami dan ramah lingkungan digunakan untuk membuat inhibitor organik. Biasanya, bahan-bahan ini diambil dari molekul organik yang kemudian diubah menjadi inhibitor. Dengan menciptakan lapisan atau film hidrofobik Inhibitor organik, yang sering dibuat sebagai pelapis atau pembentuk film, melindungi permukaan logam. (P. R. Roberge, 2000). Efikasinya ditentukan oleh susunan molekul, afinitas terhadap permukaan logam, dan struktur molekul. Suhu dan tekanan merupakan faktor krusial dalam proses adsorpsi yang membentuk lapisan atau film. Seperti yang terlihat pada gambar 2.12, Adsorpsi inhibitor organik bergantung pada muatan permukaan logam dan muatan ion inhibitor. Tergantung pada muatan logam, inhibitor kationik (seperti amina) atau inhibitor anionik (seperti sulfonat) akan digunakan untuk memulai adsorpsi.

Bahan kimia organik dengan heteroatom seperti P, O, N, dan S dalam molekulnya memungkinkan adsorpsi pada permukaan logam berlapis, menjadikannya inhibitor paling efektif yang digunakan dalam industri. Karakteristik adsorpsi molekul organik berkaitan dengan efisiensi penghambatannya. Telah diketahui dengan baik bahwa keberadaan heteroatom dan elektron σ sangat penting untuk adsorpsi, karena unsur-unsur ini meningkatkan Molekul penghambat yang menempel pada permukaan logam. Karena seringkali memberikan daya hambat yang lebih baik daripada molekul yang hanya mengandung nitrogen atau sulfur, senyawa yang menggabungkan nitrogen (N) dan sulfur (S) menjadi signifikan. (Quraishi, 2002) Adsorpsi terjadi pada permukaan logam inhibitor organik untuk membuat lapisan senyawa rumit. Meskipun demikian, terdapat tiga proses adsorpsi:(P. R. Roberge, 2008):

1. Adsorpsi fisik

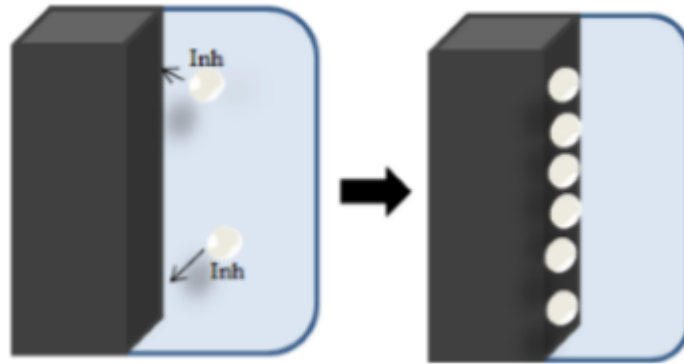
Interaksi elektrostatik inhibitor dengan permukaan logam mendorong mekanisme ini. Inhibitor bermuatan negatif akan menempel pada logam bermuatan positif. Untuk logam bermuatan positif, yang terjadi justru sebaliknya. Meskipun ikatan ini sangat mudah menguap dan terbentuk dengan cepat, ikatan ini mudah putus atau terlepas dari permukaan logam.

2. Adsorpsi kimia

Proses ini terjadi ketika muatan ditransfer atau dibagi antara molekul inhibitor dan permukaan logam. Karena sifatnya yang tidak bolak-balik, jenis adsorpsi ini sangat efektif. Tetapi prosesnya lebih lambat.

3. Pembentukan lapisan film

Struktur inhibitor, sifat bawaan logam, Mekanisme semacam ini dipengaruhi oleh potensial elektrokimia pada antarmuka logam-larutan serta komposisi larutan sebagai media elektrolit. Sebagian besar waktu, setidaknya dua dari proses adsorpsi yang disebutkan di atas digabungkan ketika inhibitor organik diadsorpsi. Misalnya, adsorpsi inhibitor organik pada logam dalam HCl merupakan campuran dari adsorpsi fisik dan *chemisorption*, yang memberikan perlindungan kimiawi dan fisik.



Gambar 2. 12 mekanismi inhibitor organik

2.10 Efisiensi Inhibitor

Persentase efisiensi inhibitor menunjukkan seberapa baik kapasitas penghambatan inhibitor telah bekerja untuk menurunkan laju korosi. Menurut (Kusuma et al., 2015) perhitungan efisiensi inhibitor sebagai berikut :

$$EI = \frac{CR_0 - CR}{CR_0} \times 100 \%$$

Keterangan :

EI = Efisiensi Inhibitor

CR_0 = Laju korosi tidak dengan inhibitor

CR = Laju korosi penambahan Inhibitor

Permukaan logam diadsorpsi secara kimiawi dengan inhibitor organik. Tidak semua paduan logam dapat memperoleh manfaat dari proses kemisorpsi ini karena proses ini spesifik untuk setiap paduan. Molekul organik dapat mengalami salah penyerapan dan tertarik ke permukaan logam karena adanya gugus polar dalam struktur molekulnya. Ukuran, asimetri, berat, dan densitas elektron molekul yang lebih besar dapat meningkatkan efisiensi inhibisi molekul organik.

2.11 Proses ekstraksi

Ekstraksi adalah prosedur yang menggunakan pelarut untuk membantu memisahkan zat cair atau padat. Tanpa melarutkan unsur-unsur lain, pelarut harus mampu mengekstraksi bahan target. Laju ekstraksi dipengaruhi oleh lima faktor:

1. jenis persiapan sampel
2. proses ekstraksi
3. jenis pelarut
4. suhu pelarut

Ada dua kategori teknik ekstraksi berbasis pelarut:

1. Metode dingin: Untuk menghindari kerusakan komponen yang diinginkan, teknik ekstraksi ini tidak melibatkan pemanasan. Terdapat berbagai jenis teknik ekstraksi dingin, antara lain:

- a. Meserasi

Pelarut diam atau pengadukan berulang pada suhu ruang adalah dua metode yang digunakan dalam proses ekstraksi yang dikenal sebagai maserasi. Salah satu pendekatan untuk menggunakan metode ini adalah merendam bahan sambil sesekali diaduk. Biasanya, perendaman berlangsung selama sehari penuh. Pelarut kemudian diganti dengan pelarut baru. Teknik lain untuk maserasi adalah maserasi kinetik, yang melibatkan pengadukan konstan. Teknik ini menguntungkan karena Senyawa yang sensitif terhadap panas—senyawa yang akan rusak oleh panas—mendapat manfaat darinya, dan peralatan yang dibutuhkan mudah dioperasikan, terjangkau, dan mudah diakses. Waktu ekstraksi yang lama, kebutuhan akan pelarut dalam jumlah besar, dan potensi bahwa beberapa senyawa tidak dapat diekstraksi karena kelarutannya yang rendah terhadap suhu ruang adalah beberapa kelemahan pendekatan ini. (Sticher, 2008).

- b. Perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi yang memanfaatkan bahan-bahan yang disusun dalam suatu lapisan dengan aliran pelarut yang konstan hingga proses selesai. Proses ini biasanya dilakukan pada suhu ruangan. Teknik ini dicapai dengan merendam zat dalam pelarut, kemudian secara bertahap meningkatkan pelarut hingga cairan menjadi jernih atau tidak lagi berwarna, menunjukkan tidak ada zat lain yang terlarut. Meskipun pendekatan ini memiliki keuntungan karena tidak memerlukan langkah tambahan untuk memisahkan padatan dari

ekstrak, pendekatan ini memiliki kekurangan karena menggunakan pelarut dalam jumlah besar dan merupakan prosedur yang cukup memakan waktu. Selain itu, teknik ini menyebabkan padatan dan pelarut berada dalam kontak yang tidak seimbang.

2. Teknik panas: Dalam prosedur ini, proses ekstraksi dipanaskan. Dibandingkan dengan pendekatan dingin, proses ekstraksi secara otomatis dipercepat oleh adanya panas. Beberapa jenis teknik ekstraksi panas antara lain:

a. Ekstraksi refluks

Ekstraksi refluks dilakukan selama jangka waktu tertentu dengan kondensor pada titik didih pelarut. Biasanya, tiga hingga lima langkah pemrosesan diterapkan pada rafinat asli. Kemampuan untuk mengekstrak material kasar yang tahan terhadap pemanasan langsung merupakan salah satu keunggulan metode refluks. Kelemahan metode ini adalah dibutuhkan pelarut dalam jumlah yang signifikan. (Irawan, 2010)

b. Ekstraksi dengan alat soxhlet

Untuk memastikan ekstraksi berkelanjutan dengan pendingin balik (kondensor), ekstraksi menggunakan alat Soxhlet biasanya dilakukan dengan alat khusus untuk mengekstrak pelarut yang selalu segar. Teknik ini tidak Padatan disimpan dalam perangkat Soxhlet sementara pelarut dipanaskan. dipanaskan. Setelah pelarut mendingin Padatan dihilangkan di kondensor. Dibandingkan dengan teknik maserasi atau perkolasi, metode Soxhlet memiliki keunggulan proses ekstraksi yang konsisten, waktu ekstraksi yang lebih singkat, dan konsumsi pelarut yang lebih rendah.

c. Digesti

Pencernaan didefinisikan sebagai maserasi kinetik (sambil terus diaduk) pada suhu di atas suhu ruangan. Proses ini biasanya dilakukan antara 40 dan 50°C.

d. Dekok

Lanjutkan menyeduh ramuan tersebut dalam jangka waktu yang lebih lama dan pada suhu yang mencapai titik didih air, khususnya selama tiga puluh menit antara 90 dan 100⁰C. Metode dekok adalah teknik ekstraksi dengan pelarut air yang mudah dilakukan tanpa menggunakan peralatan laboratorium atau industri.

e. Infundasi

Infus adalah metode ekstraksi yang umum digunakan untuk mengekstrak senyawa aktif yang larut dalam air dari sumber tanaman. Proses ini membutuhkan waktu lima belas menit. pada suhu 90⁰ *Celcius*.

f. Sokletasi

Metode ekstraksi soxhlet bekerja dengan cara mengeluarkan bahan yang telah dihaluskan dari kertas saring dan kemudian dimasukkan ke dalam alat soxhlet, yang sebelumnya telah dilapisi pelarut di bagian bawah labu soxhlet. Di bawah labu soxhlet diletakkan mantel pemanas atau piring panas untuk memanaskan labu.

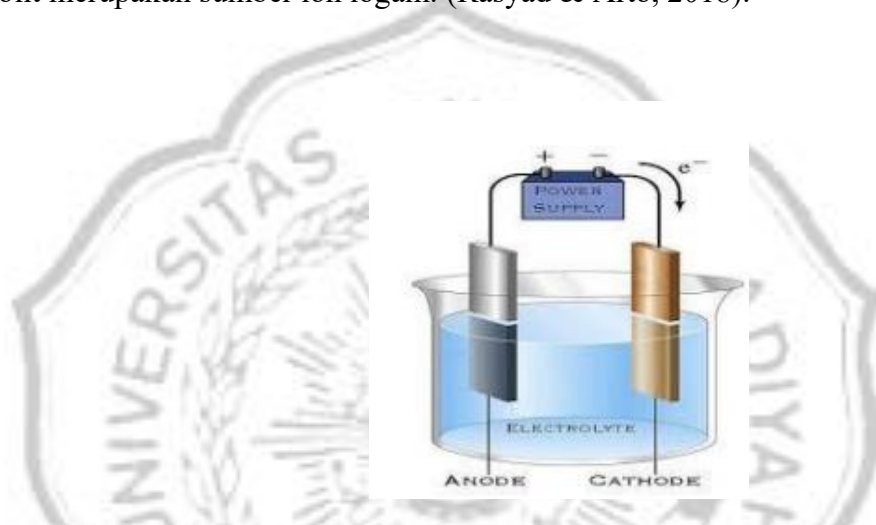
2.12 Tanin

Banyak tanaman mengandung tanin, yang merupakan molekul kimia yang sangat kompleks. jenis tanaman. Tanin adalah zat kompleks yang sulit dipisahkan karena mengandung campuran polifenol (Fachry, Sastrawan, dan Svingkoe 2012). Berbagai polifenol yang terkandung dalam tanin memiliki kemampuan untuk mencegah oksidasi dan menurunkan laju korosi. Secara struktur, tanin adalah senyawa fenolik berbobot molekul tinggi yang menciptakan kompleks yang kuat dan efektif dengan mengikat protein dan makromolekul lainnya.. Zat-zat ini antara lain terdiri dari gugus karboksil dan hidroksil.

Tanin telah terbukti dapat mencegah korosi logam dengan menciptakan lapisan pelindung pada permukaan logam (Habibie dan Palupi 2014). Senyawa tanin dapat membentuk kompleks dengan besi (II) dan besi (III). Kompleks besi (II)-tanin yang tidak berwarna dan sangat larut mengalami oksidasi ketika bersentuhan dengan oksigen. Kompleks yang rumit ini akan melekat pada permukaan besi, mencegah korosi lebih lanjut.

2.13 Elektrodeposisi

Arus listrik searah digunakan dalam elektrodeposisi untuk mendepositkan material. Prosedurnya ini biasanya dilakukan dengan metode elektrolisis, di mana larutan elektrolit berfungsi sebagai tempat perpindahan ion terjadi. Lapisan logam terbentuk pada elektroda katode dengan menggunakan arus searah (DC) dan elektrolit, yang merupakan larutan kimia. Benda padat yang akan dilapisi mengalami presipitasi ion logam ketika ion tersebut dialirkan melalui larutan elektrolit dengan bantuan arus listrik. Pelarutan logam atau elektrolit anoda dalam elektrolit merupakan sumber ion logam. (Rasyad & Arto, 2018).



Gambar 2. 13 proses elektrodeposisi

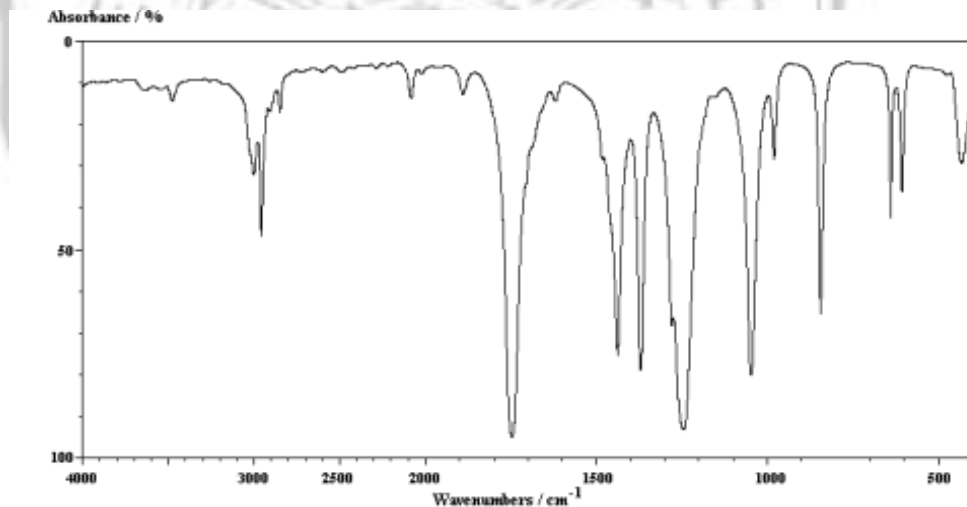
Dalam sel elektrolisis, anoda terhubung ke kutub sumber arus positif (+), sedangkan katoda terhubung ke kutub negatif (-). Ketika larutan elektrolit terkena arus listrik, kation dilepaskan dan anion dioksidasi. Elektron didorong dari anoda ke katoda oleh sumber arus, tetapi elektron tersebut ditangkap oleh kation, yang mengakibatkan kation tereduksi di permukaan katoda dan mengendap di sana. Anion secara bersamaan melepaskan elektron. dan terjadi reaksi oksidasi anion di permukaan anoda.

Sel elektrolisis adalah wadah tempat berlangsungnya prosedur elektrodeposisi. Pergeseran potensial yang disebabkan oleh rangsangan eksternal menyebabkan reaksi kimia berlangsung dalam sel elektrolit. Sel ini dibentuk dengan menghubungkan anoda dan katoda, yang masing-masing berfungsi sebagai elektroda positif dan negatif, ke sumber arus searah. Kedua ujung elektroda

dicelupkan ke dalam larutan elektrolit dalam stoples. Elektroda yang terhubung ke kutub positif disebut anoda, dan elektroda yang terhubung ke kutub negatif disebut katoda. (Kurniasih et al., 2018). Proses elektrodeposisi sangat dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk volume umpan, tegangan (volt), arus (ampere), waktu (jam), dan jenis larutan penyangga elektrolit yang digunakan.. (Fatimah & Yanlinastuti, 2016). Menurut hukum Faraday, "Kuat arus listrik yang mengalir dan waktu pelapisan sebanding dengan jumlah logam yang terdekomposisi selama proses elektrolisis berlangsung" dalam proses pengendapan elektrodeposisi

2.14 Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR)

Salah satu teknik spektroskopi inframerah kontemporer, Fourier Transformed Infrared (FTIR), menggunakan Dengan menggunakan transformasi Fourier, hasil spektrum dapat ditemukan dan diperiksa. Potensi suatu senyawa untuk menghasilkan spektrum inframerah adalah umum untuk Setiap molekul mirip dengan sidik jarinya. (Azis, 2012). sebagai contoh gambar dibawah ini



Gambar 2. 14 spektra FTIR

Prinsip FTIR didasarkan pada prinsip interferometer. Artinya, radiasi infrared dilewati oleh sampel, Sebagian ditransfer dan sebagian diserap oleh sampel. Salah satu metode FTIR dapat digunakan untuk menemukan senyawa buatan atau alami. Spektrum inframerah Dua molekul senyawa dengan struktur kimia yang sama sama tidak sama pada FTIR. Ini karena jenis ikatan dan frekuensi vibrasi yang dihasilkan oleh senyawa tidak sama, meskipun jenis ikatannya sama. Jika sinar Frekuensi tertentu diserap dan frekuensi lainnya ditransmisikan ketika

cahaya inframerah melewati sampel senyawa organik. Struktur elektronik suatu molekul menentukan seberapa banyak cahaya yang dapat diserapnya. (Prayogha, 2012)

Sinar inframerah dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan bilangan gelombangnya: daerah inframerah-tengah adalah 400–4.000 cm⁻¹, daerah inframerah-jauh adalah 10.000–400 cm⁻¹, dan daerah inframerah-dekat adalah 4.000–14.000 cm⁻¹. Daerah inframerah-tengah paling sering digunakan untuk penelitian molekuler karena kemampuannya untuk menyelidiki energi vibrasi molekul. Zat organik maupun anorganik dalam fase padat, cair, atau gas dapat diidentifikasi menggunakan metode ini. (Prayogha, 2012)

Sebuah spektrum dibuat dari sample yang dianalisis menggunakan FTIR. Spektrum ini terdiri dari berbagai puncak yang, pada frekuensi tertentu, mewakili kelompok bahan kimia tertentu. Jenis ikatan dan frekuensi gugus fungsi suatu senyawa akan bervariasi tergantung pada struktur kimianya. (Prayogha, 2012)

2.15 Metode *Weight Loss*

Selama proses ini, spesimen logam direndam dalam zat korosif. Uji korosi ini dilakukan dalam medium tertentu dengan berat material yang terkorosi dikurangi untuk mengukur laju korosi dan efisiensi inhibisi. Metode ini melibatkan menghitung kembali berat awal benda uji. Kehilangan berat dihitung sebagai nilai kehilangan berat dari berat awal.

Berdasarkan (G1, 2008) Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan laju korosi::

$$\text{Laju korosi/ MPY} = \frac{K \times W}{\rho \times A \times T}$$

Dimana :

K : Konstanta laju korosi (mpy)

W : Kehilangan berat (gram)

ρ : Densitas (g/cm³)

A : Luas permukaan yang terendam (mm²)

T : Waktu peredaman (jam)

Konversi: 1 mpy = 0.0254mm/yr = 25.4µm/yr = 2.90nm/yr

Menurut (Priyantoro et al., 2012) Konstanta laju korosi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 1 Nilai konstanta laju korosi berdasarkan satuannya

No	Konstanta Laju korosi	K
1	<i>Mils per year (mpy)</i>	$3,45 \times 10^6$
2	<i>Inches per year (inches/y)</i>	$3,45 \times 10^3$
3	<i>Millimeters per year (mm/y)</i>	$8,76 \times 10^4$
4	<i>Micrometers per year (µm/y)</i>	$8,76 \times 10^7$
5	<i>Milligrams per square decimeter per day (mmd)</i>	$2,40 \times 10^6 \times D$

Metode penurunan berat merupakan perhitungan kecepatan yang mengandalkan pengukuran penurunan berat akibat korosi (Aryadi et al., 2022) Penurunan berat massa melibatkan beberapa langkah berikut:

- Menimbang Sampel Pertama: Timbang berat sampel logam (W1) untuk uji.
- Sampel ditempatkan untuk jangka waktu tertentu dalam lingkungan korosif.
- Pembersihan: Untuk menghilangkan produk korosi tanpa menghilangkan logam dasar, bersihkan sampel setelah periode pemaparan.
- Menimbangan Sampel Terakhir: Timbang sampel (W2) kembali. Perhitungan kehilangan berat :

$$\Delta W = W1 - W2 \text{ atau Laju korosi} = \frac{\Delta W}{A \times t}$$

Dimana ΔW : kehilangan berat (gram)

A : luas permukaan sampel (mm²)

t : waktu peredaman (jam)