

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi

Korosi dapat diartikan sebagai suatu perubahan warna, penurunan kualitas, fenomena destruktif dari bahan sebagai akibat dari adanya reaksi reduksi-oksidasi secara kimiawi maupun elektrokimia antara bahan dengan berbagai zat korosif di lingkungannya. Dalam keseharian pada umumnya menyebut korosi sebagai karat, yang ditandai dengan adanya warna coklat (produk korosi) pada besi, baja dan paduan lainnya, sedangkan pada belerang produk korosi berwarna putih (Indriyani,2016).

Korosi berasal dari bahasa latin “Corrodere” yang artinya perusakan material atau berkarat. Korosi merupakan proses reaksi dari sebuah materi (umumnya material) dengan zat-zat sekitarnya sistem (biasanya lingkungan atau media korosif) berupa reaksi kimia ataupun reaksi elektrokimia yang menyebabkan material kehilangan elektronnya dan pada akhirnya logam tersebut kehilangan kualitasnya.

Korosi ialah proses perusakan suatu material metal/logam secara elektrokimia akibat reaksi dengan lingkungan. Korosi (pengkaratan) merupakan fenomena kimia bahan-bahan logam di berbagai macam kondisi lingkungan, yaitu reaksi kimia antara logam dengan zat-zat yang ada di sekitarnya atau dengan partikel-partikel lain yang ada di dalam matriks logam itu sendiri. Lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya korosi pada logam misalnya udara, air, larutan garam, larutan asam dan lain-lain (Dhadhang dkk., 2012).

Korosi merupakan penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungannya yang mengakibatkan terjadinya mutu logam menjadi rapuh, kasar dan mudah hancur. Beberapa pakar berpendapat definisi hanya berlaku pada logam saja, tetapi para insinyur korosi juga ada yang mendefinisikan istilah korosi berlaku juga untuk material non logam seperti keramik, plastik, karet. Sebagai contoh rusaknya cat karet karena sinar matahari atau terkena bahan kimia, mencairnya lapisan tungku

pembuatan baja, seragam logam yang solid oleh logam yang cair (*liquid metal corrosion*) (Irianty,2013).

Korosi adalah sesuatu yang sangat berbahaya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Di bidang industri minyak dan gas, proses korosi adalah suatu masalah yang penting dan perlu diperhatikan karena dampak akibat dari korosi cukup besar. Contoh di bidang industri minyak dan gas dari pengeboran menuju *platform* proses, maka akan dapat berakibat timbul kerusakan (*damage*) dan kebocoran pipa-pipa tersebut. Dampak korosi secara langsung ialah dibutuhkan biaya untuk mengganti material-material logam atau alat-alat yang rusak akibat korosi, biaya untuk pengendalian korosi dan biaya tambahan untuk membuat konstruksi dengan logam lebih tebal (*over design*). Dampak secara tidak langsung, korosi dapat mengakibatkan kerugian seperti penyediaan gas terhenti, *image* perusahaan menurun, nilai saham menjadi turun, dan menghasilkan *safety* yang rendah (Sufrianti,2019).

Korosi dapat terjadi di dalam medium kering (*dry corrosion*) dengan media elektrolitnya tanah dan juga medium basah (*wet corrosion*) dengan media elektrolitnya air. Sebagai contoh korosi yang berlangsung di dalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas oksigen (O_2) atau oleh gas belerang (SO_2). Di dalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi. Dengan demikian di dalam usaha pencegahan korosi dapat dilakukan melalui penggunaan inhibitor korosi (Ludiana, 2012).

Proses terjadinya korosi pada logam tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses perusakannya, salah satu diantaranya adalah dengan pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor korosi dan lain-lain. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Khumaida,2019).

Korosi adalah fenomena alami dan spontan yang menghasilkan konversi logam murni dan paduannya menjadi beberapa bentuk stabil seperti sulfida, oksida, hidroksida dan lainnya oleh reaksi kimia dan elektrokimia dengan

lingkungan sekitarnya. Ada 4 komponen yang berperan dalam terjadinya proses korosi, yaitu (Yudha , 2015):

1. Anoda : Melepaskan elektron (terkorosi)
2. Katoda : Menerima Elektron
3. Larutan (elektrolit).
4. Jalur logam penghubung katoda dan anoda.

2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi korosi

Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya. Faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif, mikroba dan sebagainya.

Penguapan dan pelepasan bahan-bahan korosif ke udara dapat mempercepat proses korosi, yaitu :

2.2.1 Faktor gas terlarut

Laju korosi sangat dipengaruhi oleh gas yang dapat larut dalam air yang menyebabkan terjadinya korosi. Gas terlarut yang dapat menyebabkan terjadinya korosi adalah sebagai berikut :

a. Oksigen (O₂)

Adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada *mild stell alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Kelarutan oksigen dalam air merupakan fungsi dari tekanan, temperatur dan kandungan klorida.

Untuk tekanan 1 atm dan temperatur kamar, kelarutan oksigen dalam 10 ppm dan kelarutannya akan berkurang dengan bertambahnya temperatur dan konsentrasi garam. Sedangkan kandungan oksigen dalam kandungan minyak air dapat menghambat timbulnya korosi adalah 0,05 ppm atau kurang (Hilmatuddahlina,2003).

b. Karbondioksida (CO₂)

Jika karbondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H₂CO₃) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas, biasanya bentuk korosinya berupa *pitting* (Hilmatuddahlina,2003).

2.2.2 Faktor Temperatur

Temperatur mempunyai pengaruh yang sangat bervariasi terhadap korosi. Pada temperatur kamar laju korosi relatif rendah namun dapat meningkatkan kondensasi lapisan film pada permukaan yang berakibat meningkatkan terjadinya korosi. Dan peningkatan temperatur dapat menurunkan laju korosi dengan terjadinya proses pengeringan pada permukaan. Namun adanya kombinasi antara nilai kelembaban dan temperatur tinggi serta diikuti oleh adanya polutan, maka akan meningkatkan laju korosi. Pada lingkungan berair (*aqueous*), temperatur mempengaruhi laju korosi, temperatur permukaan, *heat flux*, dan konsentrasi permukaan yang terkait serta gradien transfer kimia (Yudha , 2015).

2.2.3 Faktor pH

Yang mempengaruhi proses korosi baja adalah potensial (*volt*) dan pH (tingkat keasaman). Semakin rendah pH (pH < 4 laju korosi meningkat dengan adanya konsentrasi ion hidrogen dan terjadi penurunan pH. Tetapi, mekanisme korosinya tidak hanya tergantung pada konsentrasi ion hidrogen, tetapi juga kehadiran ion-ion lain yang ada dalam larutan. Peningkatan laju korosi akan terjadi pada pH yang sangat rendah, laju korosi tidak tergantung pH pada range pH netral, laju korosi akan menurun dengan peningkatan pH, dan akhirnya laju korosi akan meningkat kembali pada pH yang sangat rendah (Yudha , 2015).

2.2.4 Faktor Mikroba

Korosi yang dipengaruhi oleh mikroba merupakan suatu akibat dari aktifitas mikroba. Mikroba yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Fenomena korosi yang terjadi dapat disebabkan adanya keberadaan dari bakteri tertentu. Tipe bakteri dapat mempercepat korosi, karena akan menghasilkan CO₂ dan H₂S, selama masa putaran hidupnya CO₂ akan menurunkan pH secara berarti sehingga menaikkan kecepatan korosi. H₂S dan besi sulfide Fe₂S₂ hasil reduksi sulfat SO₄²⁻ oleh bakteri pereduksi sulfat ada di

dalam air. Zat-zat ini dapat menaikkan kecepatan korosi. Jika terjadi korosi logam besi maka hal ini dapat mendorong bakteri besi (*iron bacteria*) untuk berkembang, karena mereka senang dengan air yang mengandung besi (Liu, 2015).

2.2.5 Permukaan logam yang tidak rata

Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan yang akhirnya akan berperan sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang licin dan bersih akan menyebabkan korosi sukar terjadi, sebab terjadi kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang lebih kasar akan menimbulkan beda potensial dan memiliki kecenderungan untuk menjadi anode yang terkorosi. Korosi akan sangat cepat terjadi pada logam yang potensinya rendah (Muras, 2015).

2.2.6 Pengaruh Logam Lain

Bila dua logam yang berbeda potensial bersinggungan dan terjadi pada lingkungan berair atau lembab maka akan dapat terjadi sel elektrokimia secara langsung, sehingga logam yang potensinya rendah akan segera melepas elektron (oksida) bila bersentuhan dengan logam yang potensinya lebih tinggi dan akan mengalami oksidasi oleh O_2 dari udara (Karyono dkk., 2017).

2.3 Jenis-jenis Korosi

Adapun jenis-jenis korosi yang umum terjadi di lingkungan yaitu korosi seragam (*uniform corrosion*), korosi sumur (*pitting corrosion*), korosi erosi (*erosion corrosion*), korosi galvanic (*galvanic corrosion*), korosi tegang (*stress corrosion*), korosi celah (*crevice corrosion*). Korosi dapat digolongkan dalam beberapa jenis, yaitu:

2.3.1 Korosi Merata (*Uniform Corrosion*)

Korosi merata merupakan korosi yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi secara seragam pada permukaan logam. Efeknya adalah terjadi penipisan pada permukaan dan akhirnya menyebabkan kegagalan karena ketidakmampuan untuk menahan beban. Korosi ini dapat dicegah atau dikendalikan dengan pemilihan material (termasuk *coating*), penambahan *corrosion inhibitor* pada fluida atau menggunakan *cathodic protection*. Korosi merata dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Korosi Seragam pada Paku (Karyono dkk.,2017)

Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara berikut :

- a. Diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor seperti gemuk.
- b. Dengan melakukan pelapisan dengan cat atau dengan material yang lebih anodik.
- c. Melakukan inhibitas dan proteksi katodik (*cathodik protection*).

2.3.2. Korosi Galvanik (*Galvanic Corrosion*)

Korosi Galvanik adalah korosi yang disebabkan adanya beda potensial antara dua logam yang berada pada fluida atau media konduktif dan korosif. Akibatnya, logam dengan ketahanan terhadap korosi yang rendah akan mengalami laju korosi lebih tinggi dibandingkan dengan logam yang memiliki ketahanan terhadap korosi tinggi. Pencegahan korosi ini menggunakan satu jenis material yang sama atau menggunakan kombinasi beberapa material yang memiliki sifat galvanis yang mirip, menggunakan insulasi pada sambungan antara logam, serta mengurangi karakteristik korosi dari fluida dengan menggunakan *corrosion inhibitor*. Korosi galvanik dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Korosi Galvanis pada Baja (Karyono dkk.,2017)

2.2.3. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

Korosi celah merupakan bentuk korosi dimana korosi terjadi ketika terdapat celah akibat penggabungan atau penyatuan dua logam yang sama memiliki kadar oksigen berbeda dengan area luarnya. Karat yang terjadi karena celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang pHnya rendah) maka terjadilah suatu sel korosi dengan katodanya permukaan sebelah luar celah yang basa dengan air yang lebih banyak mengandung zat asam dari pada bagian sebelah dalam celah yang sedikit mengandung zat asam sehingga bersifat anodik. Korosi celah merupakan korosi yang terjadi di sela-sela gasket, sambungan bertindih, sekrup-sekrup atau kelingan yang terbentuk oleh kotoran-kotoran endapan atau timbul dari produk-produk karat.



Gambar 2.3 Korosi Celah pada *Stainless steel* dalam air laut (Karyono dkk,2017)

2.3.4. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Korosi sumuran adalah bentuk serangan korosi yang sangat lokal (menyerang pada daerah tertentu saja) yang mengakibatkan lubang dalam logam. Lubang ini mungkin memiliki diameter yang kecil atau besar, namun dalam banyak kasus lubang tersebut relatif kecil. Lubang terisolasi atau kadang-kadang terlihat seperti permukaan yang kasar. *Pits* umumnya dapat digambarkan sebagai rongga atau lubang dengan diameter permukaan kurang-lebih sama atau kurang dari kedalaman.

Korosi sumuran adalah salah satu bentuk korosi yang paling merusak dan berbahaya. Hal itu menyebabkan peralatan menjadi gagal karena dengan penurunan massa yang sedikit saja akibat adanya lubang, maka kegagalan dapat terjadi dengan mudah. Sering kali sulit untuk mendeteksi pit karena ukurannya yang kecil dan arena lubang-lubang tersebut tertutup oleh produk korosi. Korosi sumur dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Korosi Sumur pada Baja Akibat Ion klorida (Rahmadtulloh,2021)

Cara pengendalian korosi sumuran adalah sebagai berikut:

- a. Hindari permukaan logam dari goresan.
- b. Perhalus permukaan logam.
- c. Menghindari komposisi material dari berbagai jenis logam.
- d. Pilih bahan yang homogen.

2.3.5. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)

Korosi erosi adalah percepatan tingkat kerusakan atau serangan pada logam karena gerakan relatif antara cairan korosif dan permukaan logam. Umumnya gerakan ini cukup cepat, dan berkaitan dengan abrasi. Logam yang berada di permukaan akan berubah menjadi ion terlarut atau menjadi bentuk produk korosi yang padat. Kadang-kadang pengaruh dari lingkungan dapat mengurangi laju korosi, khususnya ketika serangan lokal terjadi dalam kondisi tergenang, tapi ini tidak bisa disebut *erosion corrosion* karena kerusakan tidak bertambah. Korosi erosi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Korosi Erosi pada Pipa (Karyono dkk.,2017)

Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara berikut :

- a. Pilih bahan yang homogen.
- b. Diberi *coating* dari zat agresif.
- c. Diberikan inhibitor.
- d. Hindari aliran fluida yang terlalu deras.

2.3.6. Korosi Tegangan (*Stress Corrosion*)

Korosi tegangan (*stress corrosion*) adalah korosi yang terjadi akibat kombinasi antara beban/*stress* pada logam dan media yang korosif. Korosi ini dapat terjadi apabila beban yang diterima oleh logam melebihi suatu minimum *stress level*. Jenis serangan karat ini terjadi sangat cepat, dalam ukuran menit, yakni jika semua persyaratan untuk terjadinya karat regangan (tegangan) ini telah terpenuhi pada saat tertentu yaitu adanya regangan *internal* dan terciptanya kondisi korosif yang berhubungan dengan konsentrasi zat karat (*corrodent*) dan suhu lingkungan. Contoh korosi tegangan pada pipa pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Korosi Tegang pada Baja (Suhendi,2018)

Mekanisme korosi tegangan terjadi akibat adanya hubungan dari 3 faktor komponen, yaitu :

1. Bahan rentan terhadap korosi.
2. Adanya larutan elektrolit (lingkungan).
3. Adanya tegangan. Sebagai contoh, tembaga dan paduan rentan terhadap senyawa ammonia, baja ringan rentan terhadap larutan alkali dan baja tahan karat rentan terhadap klorida.

Berdasarkan lingkungannya, korosi dapat dibedakan ke dalam dua kategori yaitu sebagai berikut :

1. Korosi Lingkungan Gas (*Dry Corrosion*)
2. Korosi Lingkungan Cairan (*Wet Corrosion*)

Korosi lingkungan gas dapat terjadi pada lingkungan atmosfer maupun lingkungan gas yang lain. Korosi lingkungan cairan dapat terjadi pada lingkungan air maupun cairan yang lain.

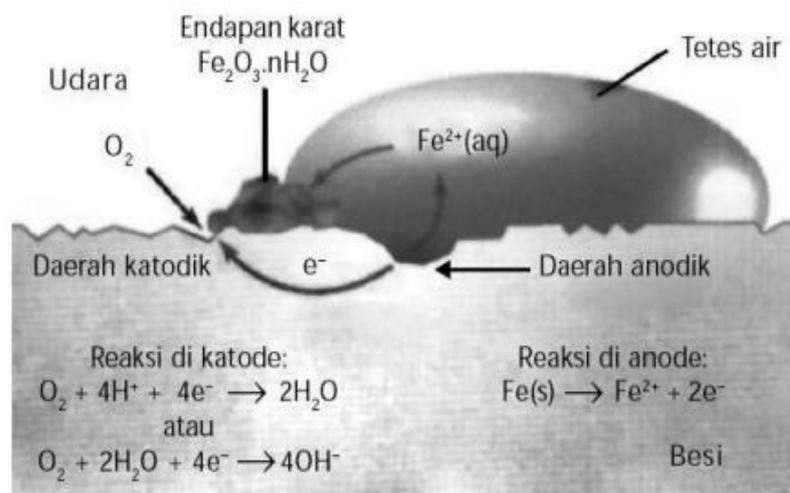
Korosi dapat dibedakan berdasarkan suhu korosif yang melingkungi konstruksi logam. Berdasarkan suhu korosif ini, korosi dibedakan menjadi dua kategori, yaitu :

1. Korosi Suhu Tinggi (*High Temperature Corrosion*)
2. Korosi Biasa/ Suhu Kamar (*Normal Temperature Corrosion*)

High Temperature Corrosion terjadi pada burner, boiler, reformer, reaktor, Korosi jenis ini banyak terjadi dalam suasana lingkungan gas.

2.4 Mekanisme Terbentuknya Sel Korosi

Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat ion H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi di permukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Putrandi, 2017). Mekanisme korosi dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 Mekanisme Korosi (Aditama, 2019)

Mekanisme terjadinya korosi membutuhkan beberapa komponen sebagai syarat terjadinya korosi, antar lain yaitu:

1. Anoda

Anoda adalah bagian permukaan yang mengalami reaksi oksidasi atau terkorosi. Pada anoda ini logam terlarut dalam larutan dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Reaksi korosi suatu logam M dinyatakan dalam persamaan berikut (Aditama, 2019):



2. Katoda

Katoda adalah elektroda yang mengalami reaksi reduksi menggunakan elektron yang dilepaskan oleh anoda. Pada lingkungan air alam, proses yang sering terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂ (Putradi, 2017).

3. Elektrolit

Untuk mendukung suatu reaksi reduksi dan oksidasi, serta melengkapi rangkaian elektrik, antara anoda dan katoda harus dilengkapi dengan elektrolit. Elektrolit menghantarkan arus listrik karena mengandung ion-ion yang mampu menghantarkan *elektroequivalen force* sehingga reaksi dapat berlangsung. Semakin banyak kandungan ion-ion dalam elektrolit maka semakin cepat elektrolit menghantarkan arus listrik. Elektrolit ini sendiri terdapat pada lingkungan dari suatu rangkaian elektrik. Beberapa lingkungan yang dapat bersifat katoda adalah lingkungan air, atmosfer, gas, mineral *acid*, tanah, dan minyak (Aditama, 2019).

4. Hubungan arus listrik

Antara anoda dan katoda haruslah terdapat suatu hubungan atau kontak seperti listrik agar elektron dapat mengalir dari anoda menuju katoda (Putrandi, 2017).

2.5 Dampak Korosi

Korosi yang terjadi pada logam tidak dapat dihindari, tetapi hanya dapat dicegah dan dikendalikan sehingga struktur atau komponen mempunyai masa pakai yang lebih lama. Setiap komponen atau struktur mengalami tiga tahapan utama yaitu perancangan, pembuatan dan pemakaian. Ketidakberhasilan salah satu aspek seperti korosi menyebabkan komponen akan mengalami kegagalan. Kerugian yang akan dialami dengan adanya korosi meliputi finansial dan *safety*, diantaranya (Sidiq, 2013):

1. Penurunan kekuatan material
2. Penipisan
3. *Downtime* dari *equipment*
4. Retak dan Lubang
5. Kebocoran fluida

6. *Embrittlement*

7. Penurunan sifat permukaan material

8. Penurunan nilai atau hasil produksi

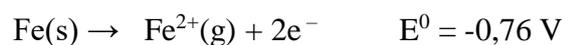
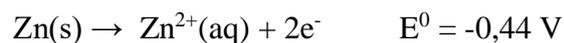
9. *Modification*

2.6 Proteksi Logam dari Korosi

Korosi logam tidak dapat dicegah, tetapi dapat dikendalikan seminimal mungkin. Ada tiga metode umum untuk mengendalikan korosi, yaitu pelapisan (*coating*), proteksi katodik dan penambahan zat inhibitor korosi.

1. Pengendalian Korosi dengan Metode Pelapisan (*Coating*)

Metode pelapisan atau *coating* adalah suatu upaya mengendalikan korosi dengan menerapkan suatu lapisan pada permukaan logam besi. Misalnya dengan pengecatan atau penyepuhan logam. Penyepuhan besi biasanya menggunakan logam krom atau timah. Kedua logam ini dapat membentuk lapisan oksida yang tahan terhadap karat (*pasivasi*) sehingga besi terlindung dari korosi. *Pasivasi* adalah pembentukan lapisan film permukaan dari oksida logam hasil oksidasi yang tahan terhadap korosi sehingga dapat mencegah korosi lebih lanjut. Logam seng juga digunakan untuk melapisi besi (*galvanisir*). Seng adalah logam yang lebih reaktif dari besi, seperti dapat dilihat dari potensial setengah reaksi oksidasinya (Putrandi, 2017) :



Oleh karena itu, seng akan terkorosi terlebih dahulu daripada besi. Jika pelapis seng habis maka besi akan terkorosi bahkan lebih cepat dari keadaan normal (tanpa seng). Paduan logam juga merupakan metode untuk mengendalikan korosi. Baja *stainless steel* terdiri atas baja karbon yang mengandung sejumlah kecil krom dan nikel. Kedua logam tersebut membentuk lapisan oksida yang mengubah potensial reduksi baja menyerupai sifat logam mulia sehingga tidak terkorosi (Putrandi, 2017). Jenis - jenis *coating* :

1. *Metallic coatings*

2. *Paint /organic coatings*

3. *Chemical conversion coatings*

2. Pengendalian Korosi dengan Proteksi Katodik

Proteksi katodik adalah jenis perlindungan korosi dengan menghubungkan logam yang mempunyai potensial lebih tinggi ke struktur logam sehingga tercipta suatu sel elektrokimia dengan logam berpotensi rendah bersifat katodik dan terproteksi (Sidiq, 2013). Proteksi katodik adalah metode yang sering diterapkan untuk mengendalikan korosi besi yang dipendam dalam tanah, seperti pipa ledeng, pipa Pertamina, dan tanki penyimpanan BBM. Logam reaktif seperti magnesium dihubungkan dengan pipa besi. Oleh karena logam Mg merupakan reduktor yang lebih reaktif dari besi, Mg akan teroksidasi terlebih dahulu. Jika semua logam Mg sudah menjadi oksida maka besi akan terkorosi (Putradi, 2017).

3. Proteksi Anodik

Proteksi Anodik (*Anodic Protection*) Adanya arus anodik akan meningkatkan laju ketidak-larutan logam dan menurunkan laju pembentukan hidrogen. Hal ini bisa terjadi untuk logam – logam “*active-passive*” seperti Ni, Fe, Cr, Ti dan paduannya. Jika arus yang lewat logam dikontrol seksama (dengan *potentiostat*) maka logam akan bersifat pasif dan pembentukan logam-logam tak terlarut akan berkurang (Sidiq, 2013).

4. Pengendalian Korosi dengan Penambahan Inhibitor

Salah satu cara untuk meminimalkan efek degradasi material yang sering digunakan adalah dengan penggunaan inhibitor. Inhibitor berfungsi untuk memperlambat reaksi korosi yang bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam. Lapisan molekul pertama yang terbentuk mempunyai ikatan yang sangat kuat yang disebut *chemisorption*. Inhibitor umumnya berbentuk cairan yang diinjeksikan pada *production line*. Karena inhibitor tersebut merupakan masalah yang penting dalam menangani korosi maka perlu dilakukan pemilihan inhibitor yang sesuai dengan kondisinya (Sidiq, 2013).

Penggunaan inhibitor hingga saat ini masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi internal pada logam, dan dijadikan sebagai pertahanan utama industri proses dan ekstraksi minyak. Inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi,

mudah diaplikasikan dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas. Inhibitor adalah zat kimia yang ditambahkan ke dalam suatu lingkungan korosif dengan kadar sangat kecil (ukuran ppm) guna mengendalikan korosi.

Mekanisme kerja dari inhibitor dapat dibagi menjadi :

- a. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya (Dalimunthe,2004).
- b. Melalui pengaruh lingkungan menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata (Dalimunthe,2004).
- c. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, kemudian menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam (Dalimunthe,2004).
- d. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya.

Inhibitor adalah proses pengendalian korosi dengan penambahan zat kimia baik secara kontinu maupun periodik pada elektrolitnya sehingga akan mengubah lingkungan kerja menjadi tidak korosif. Secara khusus, inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan tertentu dapat menurunkan laju korosi terhadap suatu logam. Mekanisme kerja inhibitor dapat digambarkan sebagai berikut : inhibitor mula-mula membentuk lapisan tipis pada permukaan logam dan oleh karena pengaruh lingkungan (misal pH) membentuk karat dan merupakan lapisan pasif di permukaan logam sehingga melindungi logam di bawah lapisan. Dengan demikian inhibitor akan memperlambat korosi dengan cara antara lain:

- Meningkatkan sifat polarisasi katodik dan anodik material
- Mereduksi pergerakan atau difusi ion ke permukaan logam
- Meningkatkan tahanan listrik pada permukaan logam

2.6.1 Klasifikasi Inhibitor Berdasarkan Reaksi yang Dihambat

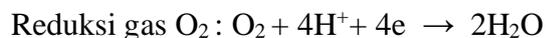
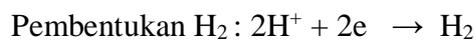
a. Inhibitor Anodik

Inhibitor jenis ini bekerja dengan mengubah sifat permukaan logam menjadi pasif. Inhibitor jenis ini biasa digunakan pada *recirculation-cooling systems, rectrifier dan cooling water*. Cara kerja inhibitor ini ada dua cara yaitu (Suratmin,2015) :

1. Membentuk perlindungan tanpa membutuhkan oksigen dan inhibitor ini berbasis nitrat, nitrit dan kromat.
2. Membentuk perlindungan dengan membutuhkan oksigen dan berbasis posfat, tungstate dan molibdat.

b. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik bekerja dengan menghambat reaksi katodik suatu logam dan membentuk presipitat di wilayah katoda yang dapat meningkatkan impedansi permukaan sekaligus membatasi difusi pereduksi untuk melindungi logam tersebut. Reaksi yang terjadi :



Karena bagi suatu sel korosi terjadi reaksi reduksi dan reaksi oksidasi dengan kecepatan yang sama, maka apabila reaksi reduksi (pada katoda) dihambat akan menghambat pula reaksi oksidasi (pada anoda). Inilah yang menjadi pedoman pertama di dalam usaha menghambat korosi logam dalam medium air atau medium asam (Suratmin,2015).

c. Inhibitor campuran

Inhibitor campuran mengendalikan korosi dengan cara menghambat proses di katodik dan anodik secara bersamaan. Pada umumnya inhibitor komersial berfungsi ganda, yaitu sebagai inhibitor katodik dan anodik. Contoh inhibitor jenis ini adalah senyawa silikat, molibdat, dan fosfat (Putrandi, 2017).

d. Inhibitor teradsorpsi

Inhibitor teradsorpsi umumnya senyawa organik yang dapat mengisolasi permukaan logam dari lingkungan korosif dengan cara membentuk film tipis yang

teradsorpsi pada permukaan logam. Contoh jenis inhibitor ini adalah merkaptobenzotiazol (Putrandi, 2017).

2.6.2 Klasifikasi Inhibitor Berdasarkan Bahannya

1. Organik

Inhibitor organik terbuat dari bahan organik yang berada di alam dan ramah lingkungan. Biasanya berupa ekstrak dari bahan organik yang diolah menjadi inhibitor. Salah satu syarat bahan alam dapat menjadi inhibitor korosi adalah jika mengandung unsur S, P, O, N. Inhibitor organik biasanya dirancang sebagai pembentuk lapisan atau film, melindungi logam dengan membentuk suatu lapisan atau film hidrofobik pada permukaan logam. Keefektifannya bergantung pada susunan kimia, struktur molekul dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Karena pembentukan lapisan atau film adalah suatu proses adsorpsi, suhu, dan tekanan merupakan faktor yang penting. Inhibitor organik menghambat korosi dengan cara teradsorpsi kimiawi pada permukaan logam, melalui ikatan logam heteroatom. Contohnya seperti gugus amine yang biasa dipakai di sistem boiler (Indriyani, 2016).

Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam. Inhibitor kationik, seperti amina-amina, atau inhibitor anionik, seperti sulfonat-sulfonat, akan diadsorpsi lebih dahulu bergantung pada apakah logam bermuatan negatif atau positif. Kekuatan ikatan adsorpsi adalah faktor yang dominan untuk inhibitor organik yang larut dalam air. Umumnya berbentuk rantai panjang hidrogen dan nitrogen yang mengandung senyawa organik. Inhibitor organik bisa berupa anodik maupun katodik, dan menghambat korosi baik reaksi anodik maupun katodiknya. Efisiensi inhibisi senyawa-senyawa organik adalah berkaitan dengan sifat-sifat adsorpsinya. Untuk senyawa-senyawa organik, makin rendah potensial ionisasi, makin kuat adsorpsinya dan makin tinggi efisiensi inhibisinya (IE) (Putrandi, 2017).

2. Anorganik

Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor

anorganik bersifat sebagai inhibitor anodik karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Inhibitor anorganik yang saat ini biasa digunakan adalah sodium nitrit, kromat, fosfat, dan garam seng. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Putrandi, 2017).

2.7 Bioinhibitor

Bioinhibitor atau yang biasa juga disebut inhibitor organik *ataupun green inhibitor* adalah inhibitor penghambat laju korosi yang terbuat dari ekstrak bahan alam. Penggunaan bioinhibitor menjadi salah satu pilihan alternatif, karena bersifat *biodegradable*, aman, biaya murah, ramah lingkungan, serta mudah didapat. Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S, dan atom-atom yang memiliki pasangan elektron bebas yang mengandung makromolekul heterosiklik, yang ketika mencapai permukaan baja dengan difusi dan teradsorpsi pada antarmuka baja melalui interaksi molekuler sekunder dengan logam dan oksida logam, mereka dapat membentuk lapisan pelindung untuk menghilangkan molekul air dan menghambat masuknya spesies perusak yang dapat menyebabkan korosi (Kurnianto dkk., 2021).

Flavonoid, alkaloid, tannin dan lignin produk samping tanaman merupakan contoh inhibitor organik. Limbah buah, misalnya biji dan kulitnya, telah mendapat perhatian nyata karena sifat antioksidan alaminya. Senyawa antioksidan inilah yang dapat berperan sebagai pendonor elektron bebas kepada permukaan baja yang dapat menghambat laju korosi. Misalnya, kulit mangga, jeruk, markisa, dan jambu mete diketahui mengandung banyak antioksidan seperti polifenol, karotenoid, dan vitamin C dan E. Menekankan pada senyawa fenolik, khususnya flavonoid, efisiensi aktivitas antioksidan tergantung pada strukturnya (Wijaya, 2015).

2.8 Cara Penggunaan Inhibitor

Penggunaan inhibitor korosi ada dua cara, yaitu injeksi secara terus menerus pada sistem atau dengan melakukan *batching* atau *pigging* (Sidiq, 2013). Injeksi secara *batch* pada saat *pigging* digunakan terutama untuk pipa gas dimana

bahan kimia dalam jumlah besar dimasukkan ke dalam pipa dan didorong dengan menggunakan pig sehingga seluruh permukaan pipa terlapis oleh inhibitor korosi. Injeksi terus menerus digunakan untuk menjaga agar permukaan yang terlapis tadi tetap terjaga sehingga tidak memberikan tempat bagi terbentuknya korosi.

Inhibitor korosi menggunakan satu dari tiga cara dalam proses kerjanya (Sidiq,2013):

1. Terakumulasi sebagai lapisan pelindung yang tipis pada permukaan logam.
2. Membentuk endapan yang akan melapisi logam.
3. Mengubah karakteristik lingkungan dengan membuang unsur-unsur pokok yang agresif.

2.9 Media Korosif Air Laut

Lingkungan air laut merupakan salah satu lingkungan dengan tingkat korosivitas tinggi, Air laut sangat mempengaruhi laju korosi dari logam yang dilaluinya atau yang kontak langsung dengannya, hal ini dikarenakan air laut mempunyai konduktivitas yang tinggi dan memiliki ion klorida yang dapat menembus permukaan logam. Besarnya pH pada permukaan air laut bervariasi antara 7,8 -8,3 dan merupakan fungsi dari kedalaman; pH biasanya bergerak minimum dengan naiknya kedalaman laut (Suratmin, 2015). Air laut mengandung magnesium, potasium, kalsium sulfat, dan sodium. Air laut juga mengandung Nigarin. Sifat kimia, fisika dan biologi air laut mempengaruhi laju korosi. Sifat kimia, ditunjukkan karena adanya bahan kimia dalam badan air laut seperti asam, adanya anion penyebab korosif dan gas.

2.10 Tanaman Eceng Gondok

Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tumbuhan yang hidup dengan cepat dalam air. Karena tumbuhan eceng gondok tumbuh lebih cepat maka eceng gondok memberikan masalah baru bagi lingkungan biota pendangkalan danau. Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9% per hari, sehingga tumbuhan eceng gondok di golongan sebagai gulma perairan (Aini, 2013).

Di Indonesia, populasi eceng gondok sangat melimpah namun masih belum teroptimalkan pemanfaatannya. Tanaman ini sangat mengganggu contohnya mengganggu pada sektor pertanian sawah karena dapat mengurangi debit air dan juga pada sektor transportasi tanaman ini dapat mengganggu transportasi air. Namun disamping kerugiannya terdapat kandungan senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi laju korosi. Untuk itu peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh dari kandungan yang terdapat di eceng gondok sebagai inhibitor penghambat pertumbuhan korosi. Tanaman eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut :



Gambar 2.8 Eceng Gondok (Aini,2013)

Menurut Sittadewi(2007), struktur anatomi eceng gondok terdiri dari struktur batang, struktur daun dan struktur akar. Batang tanaman eceng gondok (*petiola*) yang berbentuk bulat menggebung, di dalamnya penuh dengan ruangruang udara yang berfungsi untuk mengapung di atas permukaan air. Lapisan terluar dari petiola adalah epidermis. Lapisan epidermis pada eceng gondok tidak berfungsi sebagai alat perlindungan jaringan, tetapi berfungsi untuk mengabsorpsi gas-gas dan zat-zat makanan secara langsung dari air. Jaringan di sebelah dalam banyak terdapat jaringan pengangkut yang terdiri dari *xylem* dan *floem*, dengan letak yang tersebar merata di dalam parenkim. Daun eceng gondok berbentuk bulat telur, berwarna hijau segar, dan mengkilap. Di perairan yang mengandung nitrogen tinggi, eceng gondok memiliki daun yang relatif lebar dan berwarna hijau tua. Sebaliknya di perairan yang mengandung

nitrogen rendah, eceng gondok memiliki daun yang relatif kecil dan berwarna kekuning-kuningan, karena pertumbuhan eceng gondok tergantung dari nutrisi yang tersedia dan cahaya matahari untuk fotosintesis .

Eceng gondok setelah di teliti mengandung beberapa senyawa dengan farmalogi sebagai antioksidan. Senyawa yang memiliki antioksidan yang tinggi ialah senyawa golongan lignin. Lignin integral dari dinding sel tanaman yang memberikan kekuatan mekanik tanaman selulosa (Aini, 2013).

Adapun kandungan kimia yang terdapat dalam eceng gondok sapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Eceng Gondok (Kurnianto, 2021)

Kandungan Kimia	Nilai (%)
Selulosa	60
Hemiselulosa	8
Lignin	17

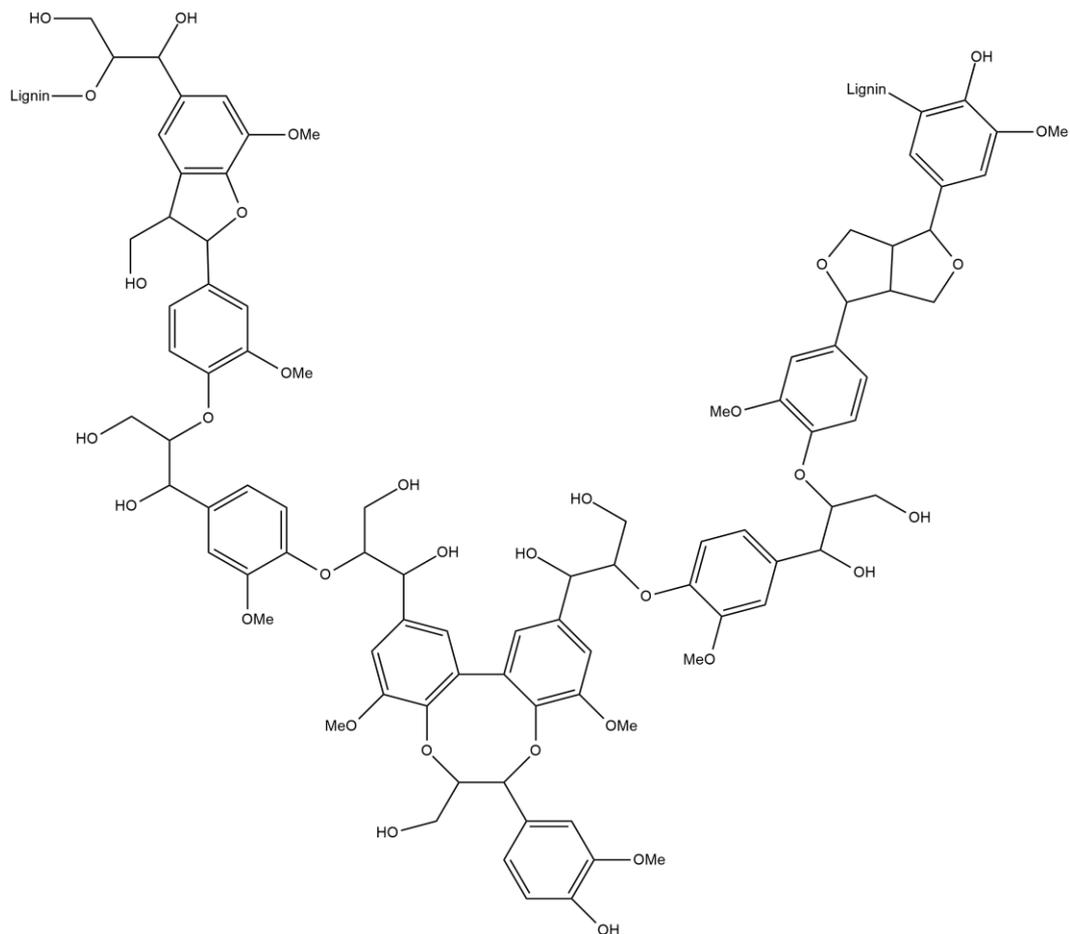
2.10.1 Lignin

Menurut Lempang (2016) bahwa pemilihan bahan alam sebagai inhibitor korosi merupakan salah satu alternatif yang dapat dikembangkan karena biayanya yang relatif lebih murah serta ramah lingkungan. Dibandingkan dengan inhibitor yang diperoleh dari bahan kimia sintesis yang bersifat berbahaya, lebih mahal dan tidak ramah lingkungan. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor adalah senyawa - senyawa yang memiliki pasangan elektron bebas pada atom penyusunnya. Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai inhibitor alami adalah lignin.

Lignin adalah material yang paling kuat di dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi. Lignin merupakan polimer alami dan tergolong ke dalam senyawa rekalsitran karena tahan terhadap degradasi atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan. Molekul lignin adalah senyawa polimer organik kompleks yang terdapat pada dinding sel

tumbuhan dan berfungsi memberikan kekuatan pada tanaman (Mulyaningsih dkk.,2018).

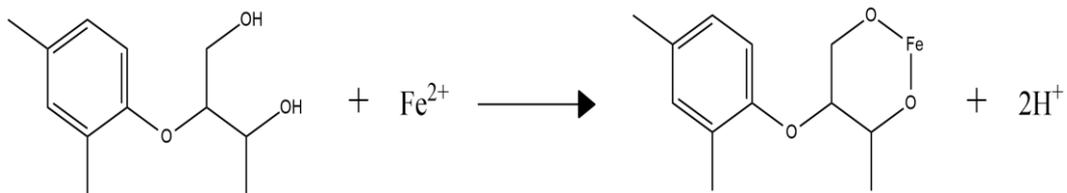
Eceng gondok yang bisa hidup diperairan terbuka. Dalam hal ini, lignin yang mampu membantu melindungi plat besi karena daya adsorpsinya tinggi, struktur lignin dapat dilihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Struktur Molekul Lignin (Kurnianto,2021)

Lignin yang memiliki struktur heterosiklik/aromatik yang memiliki gugus hidroksil akan membentuk ikatan atau teradsorpsi permukaan logam yang kemudian membentuk lapisan tipis pada permukaan logam sehingga mencegah reaksi antara oksigen pada air dan lingkungan yang korosif dengan logam besi, sehingga akan terhindar dari korosi (Wijaya,2015).

Mekanisme reaksi lignin dengan Fe^{2+} pada proses inhibisi menggunakan eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut :



Gambar 2.10 Mekanisme Reaksi Lignin dengan Fe^{2+} (Kurnianto,2021)

Lignin adalah polimer kompleks dan bersifat *amorf*. Karena sifat amorfnya maka lignin sulit diketahui secara pasti sifat fisik dan bentuk molekulnya. Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit *phenylpropane* yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Rumus molekul lignin yaitu $(\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2)_n$, atau $(\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_3)_n$ atau $(\text{C}_{11}\text{H}_{14}\text{O}_4)_n$. Efisiensi inhibisi inhibitor korosi telah dilaporkan oleh beberapa peneliti pada korosi baja ringan dalam medium NaCl oleh berbagai senyawa organik alami (Indriyani, 2016). Kebanyakan zat organik alami dapat teradsorpsi pada permukaan korosi terkena dan menurunkan laju korosi, menggeser kurva polarisasi oksidasi anodik atau daerah pengurangan katodik, dimana memberikan kita anodik, katodik atau jenis campuran inhibisi.

2.10.2 Ekstrak Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bioinhibitor Korosi

Saat ini mulai banyak penelitian yang mengarah ke penemuan sumber baru sebagai inhibitor korosi terutama dari bahan alami. Penggunaan bahan-bahan alam menjadi kunci utama dalam inovasi pembuatan inhibitor pada saat ini, karena bahan alam sifatnya dapat diperbaharui (*renewable*). Dengan menggunakan ekstrak tanaman yang kaya kan senyawa kimia dimana disintesis secara alamiah dalam artian bersifat *biodegradable* dan dapat diekstrak dengan proses sederhana serta biaya yang rendah mampu bersaing dengan inhibitor anorganik yang pengaruhnya cukup buruk terhadap lingkungan (Kurnianto,2021).

Pemanfaatan eceng gondok sebagai inhibitor korosi sangat bermanfaat bagi dunia industri mengingat bahan untuk menahan laju korosi atau bahan kimia

yang mahal, dengan adanya eceng gondok sebagai bahan inhibitor untuk menahan laju korosi ini merupakan solusi yang sangat berguna (Mulyaningsih dkk., 2018).

Menurut Suratmin (2015) untuk mendapatkan hasil dari persentase inhibisi dengan menggunakan salah satu jenis inhibitor dipengaruhi oleh faktor sebagai berikut :

(1) Pengaruh waktu

Perendaman besi waktu perendaman logam dalam inhibitor merupakan proses pembentukan lapisan inhibitor (inhibisi) pada permukaan besi (logam). Waktu perendaman yang lama akan memberikan persentase inhibisi yang lebih baik dibandingkan dengan waktu yang cepat. Persentase yang dimaksud adalah persentase permukaan dengan ketebalan lapisan tertentu.

(2) Pengaruh konsentrasi inhibitor

Persentase inhibisi akan meningkat sebanding dengan konsentrasi inhibitor karena jika konsentrasi inhibitor tinggi maka kecepatan inhibisi meningkat dan menghasilkan persentase inhibisi semakin tinggi. Dengan demikian dapat diduga bahwa: “makin tinggi besar konsentrasi inhibitor maka makin besar persentase pelapisan permukaan logam sehingga logam makin tahan terhadap korosi”.

2.11 Besi

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi dan jarang ditemukan dalam keadaan unsur bebas. Besi banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari dan juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi adalah logam paling melimpah nomor dua setelah aluminium. Bumi kita ini juga mengandung unsur besi. Selain itu, besi juga memiliki sifat fisika dan sifat kimia (Astuti,2015).

2.11.1 Besi Pelat Strip

Pelat strip merupakan jenis besi baja yang berbentuk lembaran memanjang dan umum digunakan untuk keperluan konstruksi sipil, arsitektural dan juga pembuatan suatu produk. Besi baja satu ini termasuk ke dalam baja karbon rendah (KPS PT. Karyakreasi Putra Satya,2020). Gambar besi plat strip dapat dilihat pada Gambar 2.11 sebagai berikut :



Gambar 2.11 Besi Pelat Strip (PT. Karya Baja Sukses,2022)

Komposisi utama dari baja jenis ini adalah besi dengan penambahan sedikit bahan karbon. Kombinasi ini menghadirkan beberapa karakter dan keunggulan, yang membuatnya kerap dipilih untuk menunjang proses konstruksi bangunan tertentu. Menurut KPS PT.Karyakreasi Putra Satya (2020) adapun karakter yang dimilikinya secara khas meliputi:

- Tidak responsif terhadap perlakuan panas.
- Dikuatkan dengan metode *cold working*.
- Memiliki struktur mikro yang tersusun dari ferit dan juga perlit.
- Cenderung punya tekstur yang lunak yang kemudian membuatnya mudah untuk dibentuk.

Baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kadar karbon kurang dari sama dengan 0,25% dan biasanya digunakan dalam aplikasi pipa saluran air. Untuk meningkatkan sifat-sifat mekanisnya diperlukan penambahan paduan lain. Baja terdiri dari beberapafasa dan terdapat ketidakhomogenan pada permukaannya, sehingga menyebabkan sel elektrokimia lokal. Hal tersebut menyebabkan rendahnya ketahanan korosi pada baja karena reduksi katodik mudah untuk terjadi sehingga menyebabkan porous sebagai produk korosi dan tidak terbentuk produk sampingan seperti lapisan pasif (Saefuloh, 2017).

2.12 Metode Maserasi

Ekstraksi ialah suatu cara memisahkan komponen tertentu dari suatu bahan sehingga didapatkan zat yang terpisah secara kimiawi maupun fisik. Ekstraksi biasanya berkaitan dengan pemindahan zat terlarut di antara dua pelarut yang tidak saling bercampur (Wijaya, 2015).

Metode maserasi merupakan proses perendaman sampel dengan pelarut yang digunakan pada temperatur dan kelembaban ruang. Maserasi adalah teknik yang digunakan untuk menarik atau mengambil senyawa yang diinginkan dari suatu larutan atau padatan dengan teknik perendaman terhadap bahan yang akan diekstraksi. Sampel yang telah dihaluskan direndam dalam suatu pelarut organik selama beberapa waktu (Damayanti, 2012).

Maserasi melibatkan perendaman tanaman bahan (kasar atau bubuk) dalam wadah tutup dengan pelarut yang dilakukan pada suhu kamar untuk jangka waktu minimum 3 hari dengan agitasi yang sering. Setelah proses ekstraksi selesai, dilakukan penyaringan terhadap campuran pelarut dan bahan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi maserasi adalah lama waktu ekstraksi, jenis dan konsentrasi pelarut (Wijaya, 2015).

Ekstraksi maserasi memiliki kelebihan yaitu prosesnya tanpa pemanasan, alat yang dipakai sederhana, dan biaya operasional relatif rendah sedangkan kelemahan dari metode ini adalah zat aktif yang terekstraksi hanya 50% saja karena terjadi kejenuhan cairan penyari sehingga kandungan kimia yang tersari terbatas. Selain itu, proses kerjanya juga membutuhkan cukup banyak waktu (Damayanti, 2012).

2.13 Pengujian Weight Loss

Salah satu metode pengukuran laju korosi dengan cara mengukur berat logam akibat korosi disebut metode kehilangan berat (*Weight Loss*). Prinsip *weight loss* adalah menghitung berapa banyak material yang hilang selepas pengujian dilakukan. Pengujian *Weight Loss* menggunakan standar (ASTM G31-72.1999). Metode ini dilakukan dengan cara menghitung berapa kekurangan berat akibat korosi yang terjadi dalam jangka waktu tertentu yang ditentukan. Metode

kehilangan berat ini memanfaatkan jangka waktu sampai diperoleh jumlah kekurangan berat akibat korosi yang terjadi pada logam tersebut (Utomo, 2009).

Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-71. Salah satu tujuan dari *corrosion monitoring* adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dari dengan mengetahui laju korosi dapat memprediksi kapan dan berapa lama struktur itu dapat bertahan terhadap serangan korosi.

Dengan menghitung massa logam yang telah dibersihkan dari oksida dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa awal lalu dilakukan pada suatu lingkungan yang korosif seperti air laut selama waktu tertentu. Setelah itu dilakukan perhitungan massa kembali dari suatu logam setelah dibersihkan logam tersebut dari hasil korosi yang terbentuk dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa akhir. Dengan mengambil beberapa data seperti luas permukaan yang terendam, waktu perendaman dan massa jenis logam yang diuji maka dihasilkan suatu laju korosi (Sunarti dkk., 2020). Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut :

$$Corrosion\ Rate = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

Keterangan :

K : Konstanta, lihat pada Tabel 2.2

T : *Time of exposure*

A : Luas permukaan yang direndam (cm²)

W : Kehilangan berat (gram)

D : *Density (p)* = $\frac{m}{p \times L \times T}$ gr/cm³

Tabel 2.2 Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya

Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
<i>Mils per year</i> (mpy)	$3,45 \times 10^6$
<i>Inches per year</i> (ipy)	$3,45 \times 10^3$
<i>Milimeters per year</i> (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
<i>Micrometers per year</i> ($\mu\text{m}/\text{y}$)	$8,76 \times 10^7$

Metode kehilangan berat paling sering dipergunakan baik pada skala laboratorium maupun skala industri. Ini disebabkan metode ini menggunakan peralatan sederhana dan hasilnya akurat. Akan tetapi metode kehilangan berat ini juga memiliki kekurangan yaitu tidak bisa mengecek secara cepat jika terjadi perubahan saat proses korosi, korosi yang terjadi secara lokal tidak bisa dilihat secara langsung tanpa adanya pemindahan spesimen dari lokasi pengujian. Perhitungan tidak bisa diprediksi secara langsung dari peralatan yang digunakan, dan bentuk korosi yang tidak bisa dideteksi secara langsung (Utomo, 2009).