

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi

Korosi adalah suatu proses degradasi material dan penurunan kualitas suatu material akibat pengaruh reaksi kimia dan elektrokimia dengan keadaan lingkungannya (Jones, 1992). Korosi (Pengkaratan) juga dapat didefinisikan sebagai 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 (Dhadhang & Teuku Nanda, 2012).

Secara umum korosi dapat digolongkan berdasarkan rupanya, keseragamannya, baik secara mikroskopis maupun makroskopis. Dua jenis mekanisme utama dari korosi adalah berdasarkan reaksi kimia secara langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi dapat terjadi didalam medium kering dan juga medium basah. Sebagai contoh korosi yang berlangsung didalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas oksigen (O_2) atau oleh gas belerang dioksida (SO_2). Didalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi. Contoh korosi seragam didalam medium basah adalah apabila besi terendam didalam larutan asam klorida (HCl). Korosi didalam medium basah yang terjadi secara terlokalisasi ada yang memberikan rupa makroskopis, misalnya peristiwa korosi galvanik sistem besi-seng, korosi erosi, korosi retakan, korosi lubang, korosi pengelupasan, serta korosi pelumeran, sedangkan rupa yang mikroskopis dihasilkan misalnya oleh korosi tegangan, korosi patahan, dan korosi antar butir. Dengan demikian, apabila didalam usaha pencegahan korosi dilakukan melalui penggunaan inhibitor korosi, maka mekanisme dari jenis-jenis korosi diatas sangatlah penting artinya. Walaupun demikian sebagian korosi logam khususnya besi, terkorosi didalam melalui cara elektrokimia yang banyak menyangkut fenomena antar muka. Hal inilah yang banyak dijadikan dasar terutama pembahasan mengenai peran inhibitor korosi (Dalimunte, EIS; 2014).

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi, diantaranya adalah :

1. *General / Uniform corrosion*

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*.

2. *Galvanic corrosion*

Merupakan 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*.

3. *Crevice corrosion*

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.

4. *Pitting corrosion*

Merupakan fenomena korosi dimana proses korosi terjadi pada suatu area pada permukaan logam yang akhirnya menyebabkan terjadinya lubang pada permukaan tersebut. Korosi ini biasanya disebabkan oleh *chloride* atau *ion* yang mengandung *chlorine*. Korosi ini dapat dicegah dengan pemilihan material yang sesuai dan memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi.

5. *Erosion corrosion*

Merupakan korosi yang terjadi sebagai akibat dari tingginya pergerakan relatif fluida korosif terhadap permukaan logam. Proses ini umumnya berlangsung dengan adanya dekomposisi kimia atau elektrokimia pada permukaan logam.

6. *Stress corrosion*

Merupakan 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*.

7. *Crevice corrosion*

Yaitu 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.

8. *Selective leaching*

Korosi ini berhubungan dengan melepasnya satu elemen dari campuran logam. Contoh yang paling mudah adalah *desinification* yang melepaskan *zinc* dari paduan tembaga.

2.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Korosi

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses pengkorosian pada besi antara lain, yaitu :

1. Suhu

Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel – partikel yang bereaksi akan meningkat dan melampaui besarnya harga aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya (Fogler, 1992).

2. Kecepatan Alir Fluida atau Kecepatan Pengadukan

Laju korosi akan bertambah jika laju atau kecepatan aliran fluida bertambah besar. Hal ini karena kontak antara zat pereaksi dan logam semakin besar,

sehingga ion – ion logam semakin banyak yang lepas dan logam akan mengalami kerapuhan (korosi), (Kirk Othmer, 1965).

3. Konsentrasi Bahan Korosif

Hal ini berhubungan dengan pH suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada didalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995)

4. Oksigen

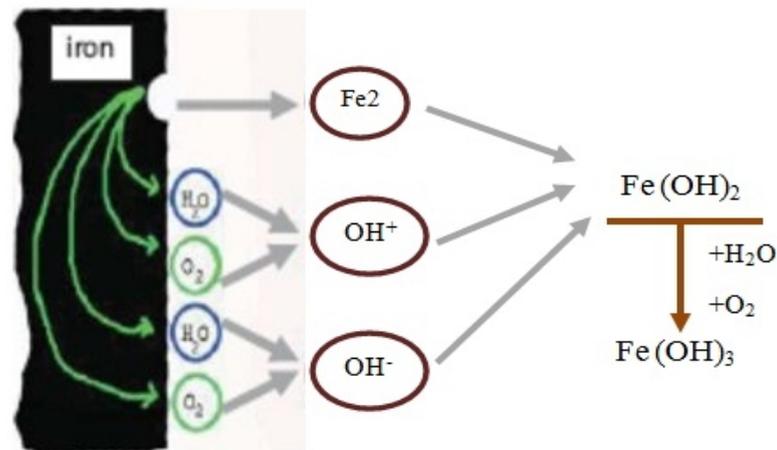
Adanya oksigen yang terdapat didalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga kemungkinan menjadi korosi lebih besar. Didalam air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi (Djaprie,1995).

5. Waktu Kontak

Aksi inhibitor diharapkan dapat membuat ketahanan logam terhadap korosi lebih besar. Dengan adanya penambahan inhibitor kedalam larutan, maka akan menyebabkan laju reaksi menjadi lebih rendah, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal itu dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan. (Uhlig; 1958).

2.3 Mekanisme Terbentuknya Sel Korosi

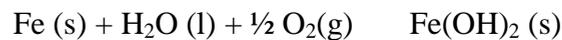
Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi di dalam larutan, dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat ion H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Alfin, 2011).



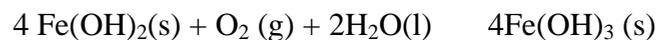
Sumber : Gogot haryono, 2010

Gambar 1. Mekanisme korosi

Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut :



Fero hidroksida [Fe(OH)_2] yang terjadi merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi ferri hidroksida [Fe(OH)_3], sehingga mekanisme reaksi selanjutnya adalah :



Ferri hidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi Fe_2O_3 yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat (Vogel, 1979). Reaksinya adalah:



2.4 Pengaruh Ion Klorida Terhadap Korosi

Korosi pada baja karbon antara lain dipengaruhi oleh konsentrasi ion agresif seperti ion klorida (Cl^-). Konsentrasi ion klorida yang makin tinggi akan semakin meningkatkan kecenderungan terjadinya korosi. Ion klorida kebanyakan bertindak sebagai ion triger atau ion agresif karena kemampuannya yaitu menghancurkan lapisan pasif pada permukaan baja karbon dan mempercepat laju korosinya. Ketika terlarut di dalam air, maka ion klorida akan berubah menjadi asam hipoklorit (HClO) dan asam klorida (HCl), yang mana akan menurunkan nilai pH. Ion klorida dikenal memiliki efek merusak terhadap baja karbon. Kebanyakan ion

tersebut memiliki kemampuan untuk terserap di permukaan logam dan berinterferensi membentuk lapisan pasif.

Pitting merupakan jenis serangan utama yang terjadi akibat ion klorida. Area kecil dimana ion Cl^- terserap di permukaan logam merupakan daerah anodik menuju lapisan oksida pasif katodik yang luas. Baja karbon akan terkorosi di dalam air yang mengandung klorida terutama dalam bentuk korosi uniform dibandingkan dalam bentuk *localized attack*. Pengaruh ion klorida terhadap laju korosi tergantung kation larutan konsentrasi garam. Adanya perbedaan laju korosi pada larutan garam seperti *Lithium chloride* (LiCl), *Sodium chloride* (NaCl), dan *Potassium chloride* (KCl) dikarenakan perbedaan kelarutan oksigen pada masing-masing larutan garam. Jadi, pengaruh konsentrasi satu komponen dapat dipengaruhi oleh variabel lingkungan lainnya pada korosi *aqueous*.

2.5 Karakteristik Karat Besi

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi adalah logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu karena beberapa hal, diantaranya:

- a) Kelimpahan besi di kulit bumi cukup besar
- b) Pengolahannya relatif mudah dan murah
- c) Besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi

Salah satu kelemahan besi adalah mudah mengalami korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang atau bangunan yang menggunakan besi atau baja. Besi membentuk dua deret garam yang penting, yaitu :

1. Garam besi (II) oksida yang diturunkan dari besi (II) oksida (FeO)

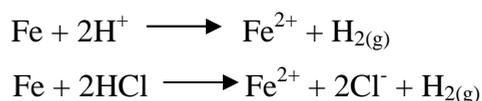
Dalam kondisi larutan *aqueous*, garam besi tersebut mengandung kation Fe^{2+} (ion besi II) dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi ion Fe^{3+} (ion besi III)

dalam suasana netral, basa, atau bahkan dalam kondisi atmosfer yang mengandung oksigen tinggi.

2. Garam besi (III) oksida yang diturunkan dari besi (III) oksida (Fe_2O_3)

Garam ini bersifat lebih stabil dibandingkan garam besi (II). Dalam kondisi *aqueous*, kation dari Fe^{3+} berwarna kuning muda, jika larutan mengandung klorida, maka warna kuning yang dihasilkan di permukaannya semakin kuat.

Reaksi antara besi dengan asam klorida menghasilkan garam-garam besi (II) dan gas hidrogen, reaksinya yaitu :



Sedangkan reaksi antara asam sulfat panas dan baja menghasilkan ion-ion besi (III) dan belerang dioksida. Reaksinya sebagai berikut :



Selain itu, endapan putih besi (II) hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) apabila bereaksi dengan atmosfer maka mudah bereaksi dengan oksigen yang pada akhirnya menghasilkan besi (III) hidroksida yang berwarna coklat-kemerahan. Pada kondisi biasa, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ tampak seperti endapan hijau kotor.

2.6 Proses Pencegahan Korosi

Korosi sendiri tidak dapat dicegah, namun laju korosi ini dapat dikurangi. Untuk mengurangi bahkan menghindari kerugian yang dapat disebabkan karena masalah korosi ini dapat dilakukan beberapa pencegahan korosi. Pencegahan korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

1. Proteksi Katodik

Proteksi katodik merupakan salah satu cara perlindungan terhadap korosi yaitu dengan pemberian arus searah (DC) dari suatu sumber eksternal untuk melindungi permukaan logam dari korosi. Metode ini efektif dan berhasil melindungi logam dari korosi khusus di lingkungan yang terbenam air maupun di dalam tanah, seperti perlindungan pada kapal laut, instalasi pipa bawah tanah, dan

sebagainya. Untuk memberikan arus searah dalam system proteksi katodik, terdapat dua cara yaitu dengan cara menerapkan anoda korban (*Sacrificial Anode*) atau dengan cara menerapkan arus tanding (*Impressed Current*) (Roberge, pierre R, 1999).

2. Pelapisan (*Coating*)

Coating merupakan proses pelapisan permukaan logam dengan cairan atau serbuk yang akan melekat secara kontinyu pada logam yang akan dilindungi. Adanya lapisan pada permukaan logam akan meminimalkan kontak antara logam dengan lingkungannya. Pelapisan yang umum adalah dengan menggunakan cat.

3. Pemilihan Material (*Material Selection*)

Prinsip dasar dari pemilihan material ini adalah mengenai tepat atau tidaknya pengaplikasian suatu material terhadap suatu lingkungan tertentu. Pemilihan material yang sesuai lingkungan dapat meminimalisir kerugian akibat terjadinya korosi.

4. Inhibitor

Inhibitor adalah senyawa tertentu yang ditambahkan pada elektrolit untuk membatasi korosi bejana logam. Inhibitor terdiri dari anion atom ganda yang dapat masuk ke permukaan logam, dengan demikian dapat menghasilkan selaput lapisan tunggal yang kaya oksigen (Djaprie, 1995).

2.7 Pencegahan Korosi dengan Inhibitor

Korosi dapat dikurangi dengan berbagai cara, salah satu caranya yang mudah dan murah serta ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan inhibitor. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana (Hermawan, 2007). Inhibitor korosi adalah suatu bahan kimia yang apabila ditambahkan dalam konsentrasi yang kecil/sedikit ke suatu lingkungan korosif akan sangat efektif menurunkan laju korosi (Ilim, 2008).

Inhibitor terbagi dua yaitu, inhibitor organik dan inhibitor anorganik (Aidil, 1972). Inhibitor organik yaitu inhibitor yang berasal dari bagian tumbuhan

yang mengandung tanin. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada daun, akar, kulit, buah, dan batang tumbuhan (Haryati, 2008). Senyawa ekstrak bahan alam yang dijadikan inhibitor harus mengandung atom N, O, P, S dan atom – atom yang mengandung pasangan electron bebas (Ferdany, 2010). Unsur – unsur yang mengandung pasangan electron bebas ini nantinya dapat berfungsi sebagai ligan yang akan membentuk senyawa kompleks.

Sedangkan Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral – mineral yang tidak mengandung unsure karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Inhibitor anorganik bersifat sebagai inhibitor anodic karena inhibitor ini memiliki gugus aktif, yaitu anion negatif yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa – senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, 2010).

Oleh karena itu, senyawa – senyawa inhibitor tersebut perlu adanya substituenya yang tidak bersifat toksik serta mampu terdegradasi secara biologis, namun tetap bernilai ekonomis dan juga mampu mengurangi laju korosi secara signifikan. Berdasarkan fungsinya, terdapat beberapa macam inhibitor (Roberge, pierre R, 1999) yaitu :

1. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik dapat memperlambat reaksi katodik suatu logam dan membentuk presipitat di wilayah katoda yang dapat meningkatkan impedansi permukaan sekaligus membatasi difusi pereduksi untuk melindungi logam tersebut. Terdapat tiga jenis inhibitor katodik (Roberge, pierre R, 1999), yaitu :

- a) Racun katoda, dapat menghambat reaksi evolusi hidrogen. Contohnya seperti sulfide, selenida, arsenat, dan antimonat.
- b) Presipitat katoda, dapat mengendap membentuk oksida sebagai lapisan pelindung pada logam. Contohnya seperti kalsium, seng, dan magnesium.
- c) *Oxygen scavengers*, dapat mengikat oksigen terlarut sehingga mencegah reduksi oksigen pada katoda. Contohnya seperti hidrasin, natrium sulfit, dan hidrok silamin HCl.

2. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik dapat memperlambat reaksi elektrokimia di anoda melalui pembentukan lapisan pasif pada bagian permukaan suatu logam tersebut sehingga logam tersebut dapat terlindungi dari korosi. Terdapat dua jenis inhibitor anodik (Roberge, pierre R, 1999), yaitu :

- a) *Oxydizing anions*, dapat membentuk lapisan pasif pada baja tanpa kehadiran oksigen. Contohnya antara lain kromat, nitrit, dan nitrat.
- b) *Non-Oxydizing ions*, dapat membentuk lapisan pasif pada baja dengan kehadiran oksigen. Contohnya antara lain fosfat, tungstate, dan molybdat.

3. Inhibitor Presipitasi

Inhibitor presipitasi dapat membentuk presipitat di seluruh permukaan logam yang berperan sebagai lapisan pelindung untuk menghambat reaksi anodik dan katodik logam tersebut secara tidak langsung. Contohnya adalah silikat dan fosfat.

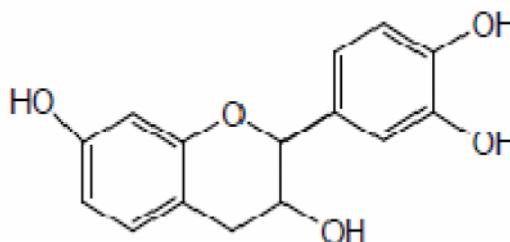
4. *Green* Inhibitor

Saat ini pengembangan terhadap *green* inhibitor atau inhibitor alami sangat diperlukan. Inhibitor jenis ini sangat menguntungkan dunia industry dikarenakan harganya yang relative tidak mahal dan pengaplikasiannya yang ramah lingkungan. Efektifitas inhibitor ini sangat bergantung kepada komposisi kimia yang dimiliki oleh bahannya.

2.8 Tannin

Tanin dinamakan juga *asam tanat* dan *asam galotamat*, ada yang tidak berwarna tetapi ada juga yang berwarna kuning atau coklat. Tanin terdiri dari sembilan molekul *asam galat* dan molekul *glukosa* (Harborne, 1987). Tanin merupakan salah satu jenis senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol (Rosyda dan Ersam, 2010).

Tanin merupakan senyawa makromolekul golongan polifenol yang bersifat polar sehingga ekstraksi tanin dilakukan menggunakan pelarut polar. Struktur molekul tanin dapat dilihat pada Gambar 2.



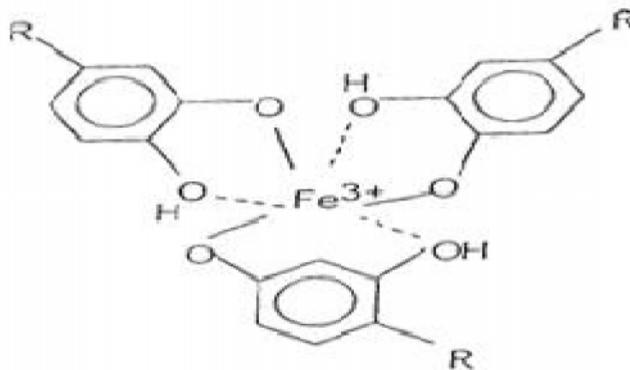
Sumber : Mukhlisoh, 2010

Gambar 2. Struktur molekul tanin

Sebelumnya telah dilakukan penelitian menggunakan ekstrak bahan alam oleh Haryono (2010) yang mengekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi dari beberapa tanaman dan diperoleh kesimpulan bahwa penambahan inhibitor alam dari getah pinus, gambir, tembakau, dan kopi dapat mengurangi laju korosi dalam air laut. Tanin merupakan zat kimia yang terdapat pada daun, akar, kulit, buah, dan batang tumbuhan (Haryati, 2008).

Napitupulu (2012) melakukan penelitian sejenis dengan mengekstrak bahan alam dari daun gambir dengan variasi komposisi pelarut metanol-air dan diperoleh kesimpulan bahwa pada perbandingan metanol-air 1:4 dengan berat sampel sebesar 10 gr menghasilkan kadar tanin terbesar yaitu 86,95 ppm.

Tanin dapat menghambat korosi karena tannin dapat membentuk senyawa kompleks besi+tanin. Senyawa kompleks yang dibentuk oleh tannin nantinya akan melapisi logam dan berguna untuk menghambat korosi. Besi merupakan logam transisi, salah satu sifat unsur transisi adalah mempunyai kecenderungan untuk membentuk ion kompleks atau senyawa kompleks. Ion-ion dari besi memiliki orbital-orbital kosong yang dapat menerima pasangan electron dari tanin menjadi d^2sp^3 . Berikut merupakan gambaran orbital besi (III) dan tanin.



Gambar 3. Struktur besi (III) dengan Tanin

2.9 Tanaman Jambu Biji

Jambu biji berasal dari Amerika tropik, tumbuh pada tanah yang gembur maupun liat, pada tempat terbuka dan mengandung air cukup banyak. Pohon ini banyak ditanam sebagai pohon buah-buahan. Namun, sering tumbuh liar dan dapat ditemukan pada ketinggian 1-1200 m di atas permukaan laut. Jambu biji berbunga sepanjang tahun. Sekarang tanaman ini sudah menyebar luas ke seluruh dunia, terutama di daerah tropis. Diperkirakan terdapat sekitar 150 spesies *Psidium* yang menyebar ke daerah tropis dan berhawa sejuk (Hapsoh dan Hasanah, 2011).

2.9.1 Taksonomi Tanaman

Tanaman Jambu Biji termasuk ke dalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Famili : Myrtaceae

Genus : *Psidium*

Spesies : *Psidium guajava* Linn (Parimin, 2005).

2.9.2 Jambu Biji Merah

Tanaman jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) bukan merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman ini pertama kali ditemukan di Amerika Tengah oleh

Nikolai Ivanovich Vavilov saat melakukan ekspedisi ke beberapa negara di Asia, Afrika, Eropa, Amerika Selatan, dan Uni Soviet antara tahun 1887-1942. Seiring dengan berjalannya waktu, jambu biji menyebar di beberapa negara seperti Thailand, Taiwan, Indonesia, Jepang, Malaysia dan Australia. Thailand dan Taiwan, jambu biji merah menjadi tanaman yang dikomersialkan (Parimin, 2005).

Jambu biji merah adalah tumbuhan dengan batang yang berkayu, mengelupas, bercabang, dan berwarna coklat, kulit batang licin,. Daun berwarna hijau dan tunggal, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata berhadapan, petulangan daun menyirip berwarna hijau kekuningan. Bunganya termasuk bunga tunggal, terletak di ketiak daun, bertangkai, kelopak bunga berbentuk corong. Pada mahkota bunga berbentuk bulat telur, benang sari pipih berwarna putih atau putih kekuningan. Berbentuk bulat seperti telur dan bijinya kecil-kecil, keras, dan dalamnya berwarna merah pada jambu biji merah (Venant, 2004).



Sumber : Parimin, 2005

Gambar 4. Tanaman Jambu Biji

Pada Jambu biji merah memiliki daun berbentuk panjang, langsing, bulat oval dengan ujung tumpul dan lancip. Daun saling berhadapan dan tumbuh tunggal. Warna beragam hijau tua, hijau muda, merah tua, dan hijau berbelang kuning. Permukaan daun ada yang halus mengilap dan halus biasa (Widiaty, 2008).

2.9.3 Kandungan Daun Jambu Biji

Ekstrak daun jambu biji dapat digunakan untuk membasmi bakteri/mikroba penyebab diare (*Salmonella typhi*, *E. coli*, *Shigella dysenteriae*). Komposisi kimia di dalam daun jambu biji adalah tannin 9 - 12%, minyak atsiri, minyak lemak dan asam malat, asam ursolat, asam psidiolat, asam kratogolat, asam oleanolat, asam guajavarin dan vitamin.

Daun jambu biji merah mengandung metabolit sekunder, terdiri dari tanin, polifenolat, flavonoid, menoterpenoid, siskulterpen, alkaloid, kuinon dan saponin, minyak atsiri (Kurniawati, 2006). Senyawa seperti phenolic, terpenoid, flavonoid, dan alkaloid memiliki aktivitas juvenil hormone sehingga memiliki pengaruh pada perkembangan serangga (Elimamet dkk., 2009).

Saponin termasuk ke dalam senyawa terpenoid. Aktivitas saponin ini di dalam tubuh serangga adalah mengikat sterol bebas dalam saluran pencernaan makanan dimana sterol itu sendiri adalah zat yang berfungsi sebagai prekursor hormon ecdison, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas dalam tubuh serangga akan mengakibatkan terganggunya proses pergantian kulit (moulting) pada serangga. Saponin memiliki efek lain menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus larva menjadi korosif (Aminah dkk., 2001).

Flavonoid merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat insektisida. Flavonoid menyerang bagian syaraf pada beberapa organ vital serangga sehingga timbul suatu perlemahan syaraf, seperti pernapasan dan menimbulkan kematian (Dinata, 2009). Tanin akan menghambat masuknya zat-zat makanan yang diperlukan oleh serangga, sehingga kebutuhan nutrisi serangga tidak terpenuhi (Dewanti dkk., 2005). Polifenol akan menghambat masuknya zat-zat makanan yang diperlukan oleh serangga, sehingga kebutuhan nutrisi serangga tidak terpenuhi (Dewanti dkk., 2005). Alkaloid merupakan senyawa organik detoksikan berfungsi menetralkan racun di dalam tubuh. Minyak Atsiri adalah senyawa yang memberikan bau khas tumbuhan. Minyak atsiri hanya ditemukan pada tumbuhan yang memiliki sel glandula (Dinata, 2009).

2.10 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan senyawa polar dalam pelarut polar dan senyawa non polar dalam senyawa non polar. Secara umum ekstraksi dilakukan secara berturut-turut mulai dengan pelarut non polar (n-heksan) lalu pelarut yang kepolarannya menengah (diklor metan atau etil asetat) kemudian pelarut yang bersifat polar (metanol atau etanol) (Harborne, 1987). Tanin merupakan senyawa makromolekul dari golongan polifenol yang bersifat polar (Fengel dan Wegener, 1995), sehingga ekstraksi tanin dilakukan menggunakan pelarut polar.

Ekstraksi digolongkan ke dalam dua bagian besar berdasarkan bentuk fase yang diekstraksi yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi cair padat, ekstraksi cair padat terdiri dari beberapa cara yaitu maserasi, perkolasi dan ekstraksi sinambung. Dalam metode ekstraksi bahan alam, dikenal suatu metode maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel dalam pelarut organik. Pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif sehingga zat aktif akan larut. Karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Keuntungan metode ekstraksi ini, adalah metode dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan (Cheong, dkk, 2005). Penekanan utama pada maserasi adalah tersedianya waktu kontak yang cukup antara pelarut dan jaringan yang diekstraksi (Guether, 1987).

Pemilihan metode maserasi pada penelitian ini dikarenakan senyawa katekin rentan terhadap panas sehingga tidak baik menggunakan metode soxhlet. Hal ini didukung oleh penelitian Cheong dkk (2005) bahwa konsentrasi senyawa katekin mengalami penurunan pada metode soxhlet dibandingkan dengan metode maserasi. Untuk memperoleh ekstrak dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi, maka umumnya digunakan etanol atau metanol dengan perbandingan volume air yang sebanding (Browning, 1996). Hal ini didukung dengan penelitian Pambayun dkk (2007) dimana campuran pelarut etanol dan air memiliki indeks polaritas lebih tinggi dari pelarut etanol saja.

Produk yang terbentuk diatas mempunyai kestabilan yang tinggi dibandingkan dengan Fe saja, sehingga sampel besi/baja yang diberikan inhibitor ekstrak bahan alam akan lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi.

2.11.1 Perhitungan Laju Korosi

Salah satu tujuan dari *corrosion monitoring* adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dari dengan mengetahui laju korosi kita dapat memprediksi kapan dan berapa lama struktur itu dapat bertahan terhadap serangan korosi. Teknik monitoring korosi dapat dibagi menjadi beberapa metode yaitu kinetika (*weight loss*) dan elektrokimia (diagram polarisasi, *linear polarization resistance*, *electrochemical impedance spectroscopy*, potensial korosi, dan *electrochemical noise*).

Metode *weight loss* atau kehilangan berat merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72. Dengan menghitung massa logam yang telah dibersihkan dari oksida dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa awal lalu dilakukan pada suatu lingkungan yang korosif seperti pada air laut selama waktu tertentu. Setelah itu dilakukan penghitungan 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 di uji maka dihasilkan suatu laju korosi. Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$Corrosion\ Rate = \frac{K \times W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

K : Konstanta, lihat pada Tabel 1.

T : *Time of exposure*

A : Luas permukaan yang direndam (Cm²)

W : Kehilangan berat (gram)

D : Density (ρ) = $\frac{m}{P \times L \times T}$, gr/cm³ (Bunga, 2008)

Tabel 1. Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya

Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 ⁶
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 ³
Milimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 ⁴
Micrometers per year (μ m/y)	8,76 x 10 ⁷

Sumber : Bunga, 2008

Tabel 2. Konversi Perhitungan Laju Korosi

	mA cm ⁻²	mm year ⁻¹	mpy	g m ⁻² day ⁻¹
mA cm ⁻²	1	11,6	456	249
mm year ⁻¹	0,0863	1	39,4	21,6
Mpy	0,00219	0,0254	1	0,547
g m ⁻² day ⁻¹	0,00401	0,0463	1,83	1

Sumber : Bunga, 2008

Semakin besar laju korosi suatu logam maka semakin cepat material itu untuk terkorosi. Kualitas ketahanan korosi suatu material dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi kualitas ketahanan korosi suatu material.

<i>Relative corrosion resistance</i>	Mpy	Mm/yr	μ m/yr	nm/yr	pm/s
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1–5	0,02–0,1	25–100	2–10	1–5
<i>Good</i>	5–20	0,1–0,5	100–500	10–50	20–50
<i>Fair</i>	20–50	0,5–1	500–1000	20–150	20–50
<i>Poor</i>	50–200	1–5	1000–5000	150–500	50–200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5000+	500+	200+

Sumber : Roni, 2011

Metode *weight loss* sering digunakan pada skala industri dan laboratorium karena peralatan sederhana dan hasil cukup akurat, namun dari pengujian dengan metode *weight loss* dalam mendapatkan suatu laju korosi memiliki kelemahan. Kelemahan tersebut adalah tidak dapat mendeteksi secara cepat perubahan yang terjadi saat proses korosi.

2.11.2 Efisiensi Inhibitor

Dalam penggunaan inhibitor dapat ditentukan efisiensi dari penggunaan inhibitor tersebut. Semakin besar efisiensi inhibitor tersebut maka semakin baik inhibitor tersebut untuk diaplikasikan di lapangan. Penghitungan efisiensi didapatkan melalui presentase penurunan laju korosi dengan adanya penambahan dibandingkan dengan laju korosi yang tanpa ditambahkan inhibitor. Penghitungan ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi inhibitor} = \frac{X_a - X_b}{X_a} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

(Abdurahman, Fahmi; 2010)

Dimana : X_a : Laju korosi tanpa inhibitor (mpy)

X_b : Laju korosi dengan inhibitor (mpy)