

*Skripsi*

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma Cacao*) SEBAGAI  
INHIBITOR PADA PROSES KOROSI BESI**

**MUH. AFDHAL**

**H311 13 510**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma Cacao*) SEBAGAI  
INHIBITOR PADA PROSES KOROSI BESI**

*Skripsi ini sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

**Oleh :**

**MUH. AFDHAL**

**H 311 13 510**



**MAKASSAR**

**2019**

# SKRIPSI

## PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT BUAH (*Theobroma Cacao*) SEBAGAI INHIBITOR PADA PROSES KOROSI BESI

Disusun dan diajukan oleh :

MUH. AFDHAL

H 311 13 510

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Pembimbing Utama**



**M.Si.**  
199903 1 031

**Pembimbing Pertama**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Fauziah".

**Dr. St. Fauziah, M.Si**  
NIP.19720202 199903 2 002

2. Kepada saudariku **Nurhidayah** yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi dalam melakukan penelitian.
3. Seluruh **Dosen Departemen Kimia** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang senantiasa membagi ilmunya yang sangat berharga.
4. **Tim Penguji Ujian Sarjana Kimia**, yaitu **Dr. Firdaus, M.S** dan **Abdur Rahman Arif, S.Si, M.Si** terima kasih atas bimbingan dan saran-sarannya.
5. Kepada pembimbing akademik **Dr. St. Fauziah, M.Si** yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama masa perkuliahan.
6. **Ibu Tini, Kak Linda, Kak Hana, Pak Iqbal, Pak Sugeng, Kak Fibi** selaku analis Laboratorium yang sangat membantu dalam penyelesaian penelitian, sangat sabar menghadapi kami para peneliti.
7. Saudara-saudaraku **Chemistry 2013**, sandi, adhan, sup, asrul, andika, wawan, yogi, danang, condang, slamet, aan, anton, suci, wahyu, flo, akbar, fatur, santri, murtina, eka, wina, ros, muli, ifah, riska, ayu, ody, nunu, usfah, adji, ani, dss, harma, shila, rani, nisa, adri, afni, ita, vero, tisa, ulfa, ana, rafsen, samri, mima, hikmah, fitri, Irma, sarifah, sri, emmi, eda, butet, fira, aul, yudit, yuni, aeni, dalifah, dan adel.
8. Kepada **Partner “ Tuna Asmara”** yang harus disembunyikan namanya , selalu memberikan bantuan dan semangat saat saya merasa putus asa, serta selalu ada disaat butuh hiburan. Semoga kalian selalu dalam lindungan Allah SWT.
9. Kepada rekan-rekan sesama peneliti lab anorganik, yasin, santri, rosdiana, wina yang telah membantu dan bekerjasama selama melakukan penelitian di laboratorium anorganik.
10. Kepada kakak **konformasi 2011** kakak **mesomeri**, kakak **siklik**, adek **prekursor 2014**,  
**2015**, **kromofor 2016**, **alifatik 2017**, dan seluruh anggota serta alumni **KMK**

HAS.



11. Kepada **Anggota “Creative”** kak ali, kak salam, kak filu, kak rahmat, kak edar, dan sebagai senior dan mentor dalam membantu kegiatan akademik maupun non-akademik

Penulis sadar bahwa Tulisan ini masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan selanjutnya.

Makassar, Februari 2019

Penulis



## ABSTRAK

Korosi merupakan salah satu masalah besar pada benda yang terbuat dari besi. Salah satu upaya untuk mengendalikan laju korosi pada besi adalah dengan menggunakan penambahan inhibitor korosi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma Cacao*) yang mengandung senyawa antioksidan sebagai inhibitor organik terhadap laju korosi besi. Ekstrak kulit buah kakao diperoleh dengan cara maserasi menggunakan pelarut metanol dan pemekatan dengan evaporasi. Ekstrak kulit buah kakao dengan variasi konsentrasi 600, 800, dan 1200 ppm diujikan pada besi dengan media korosi variasi salinitas 10, 20, dan 30 ‰ serta variasi pH 4, 5, dan 6 menggunakan prinsip *weight loss*. Hasil pengujian menunjukkan laju korosi terendah tanpa penambahan inhibitor terjadi pada salinitas 10 ‰ dan pH 6 dengan nilai laju korosi berturut-turut  $6,9 \times 10^{-4}$  dan  $5 \times 10^{-4}$  mdd. Pada penambahan inhibitor laju korosi terendah terjadi pada konsentrasi 1200 ppm dengan salinitas 20 ‰ dan pH 6 dengan laju korosi berturut-turut  $2,8 \times 10^{-4}$  dan  $1,7 \times 10^{-4}$  mdd. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi pada salinitas 20 ‰ sebesar 64,6 % dan pH 6 sebesar 66 %.

**Kata Kunci :** *kulit buah kakao, inhibitor korosi, laju korosi, efisiensi inhibisi, kehilangan berat*



## ABSTRACT

Corrosion is one of the major problems with objects made of iron. One effort to control the rate of corrosion in iron is by using a corrosion inhibitor. The purpose of this study was to analyze the effect of cacao bean skin extract (*Theobroma Cacao*) containing antioxidant compounds as organic inhibitors on the rate of corrosion of iron. Cocoa peel extract was obtained by maceration using methanol solvent and concentrating with evaporation. Cocoa peel extract with variations in concentrations of 600, 800, and 1200 ppm was tested on iron with corrosion media salinity variations of 10, 20 and 30 ‰ and variations in pH 4, 5, and 6 using the weight loss principle. The test results showed the lowest corrosion rate without the addition of inhibitors occurred at salinity of 10 ‰ and pH 6 with a corrosion rate of  $6.9 \times 10^{-4}$  and  $5 \times 10^{-4}$  mdd, respectively. The addition of the lowest corrosion rate inhibitor occurred at a concentration of 1200 ppm with salinity of 20 ‰ and pH 6 with a corrosion rate of  $2.8 \times 10^{-4}$  and  $1.7 \times 10^{-4}$  mdd respectively. The highest inhibition efficiency value at salinity of 20 ‰ was 64.6% and pH 6 was 66%.

**Keywords** : cocoa pods, corrosion inhibitors, corrosion rates, inhibition efficiency, weight loss



## DAFTAR ISI

	<b>halaman</b>
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vii
ABSTACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Maksud Penelitian .....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Tanaman Kakao .....	6
2.2 Antioksidan .....	8
2.3 Ekstraksi .....	9
2.4 Korosi.....	9
2.4.1 Laju Korosi .....	12
2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Korosi .....	12
2.4.3 Inhibitor Korosi .....	15





BAB III METODE PENELITIAN .....	18
3.1 Bahan Penelitian .....	18
3.2 Alat Penelitian .....	18
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.4 Prosedur Penelitian .....	18
3.4.1 Proses Pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao .....	18
3.4.2 Proses Ekstraksi .....	18
3.4.3 Persiapan Besi yang Akan di Uji .....	19
3.4.4 Perendaman Baja dalam Larutan Media Korosif dengan Inhibitor .....	19
3.4.4.1 Variasi pH .....	19
3.4.4.2 Variasi Salinitas .....	19
3.4.5 Perendaman Baja dalam Larutan Media Korosif dengan Inhibitor .....	19
3.4.5.1 Penentuan Pengaruh Konsentrasi Inhibitor pada Variasi pH	19
3.4.5.2 Penentuan Pengaruh Konsentrasi Inhibitor pada Salinitas Optimum .....	20
3.4.6 Penentuan Laju Korosi .....	20
3.4.7 Perhitungan Efisiensi Inhibitor .....	21
3.4.8 Pengamatan Struktur Mikro .....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Ekstraksi Kulit Buah Kakao .....	22
4.2 Penentuan Laju Korosi .....	22
4.2.1 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor dan Salinitas Terhadap Laju Korosi Besi Pada Medium Korosif Air Laut .....	23
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Inhibitor dan pH Terhadap Laju Korosif Besi pada Medium Korosif .....	26



4.3 Analisis Efisiensi Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Kakao .....	29
4.4 Analisis Struktur Mikro .....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	32
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32
DAFTAR PUSATAKA .....	33
LAMPIRAN .....	38



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
1. Buah Kakao yang Telah Masak .....	7
2. Sel Korosi .....	11
3. Grafik Hubungan Salinitas Terhadap Kehilangan Berat .....	22
4. Grafik Hubungan Salinitas sebagai Media Korosif terhadap Laju Korosi Besi .....	25
5. Grafik Hubungan Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Kulit Buah Kakao Terhadap Laju Korosi Besi .....	26
6. Ilustrasi Terbentuknya Lapisan Pelindung.....	28
7. Grafik Hubungan Salinitas sebagai Media Korosif terhadap Laju Korosi Besi.....	29
8. Grafik Hubungan pH sebagai Medium Korosif terhadap Laju Korosi Besi .....	30
9. Grafik Hubungan Salinitas sebagai Media Korosif terhadap Laju Korosi.....	29
10. Grafik Efisiensi Inhibisi Ekstrak Kulit Buah Kakao terhadap Salinitas Pada Proses Korosi Besi .....	30
11. Foto Mikro .....	31
12. Buah Kakao .....	50
13. Kulit Buah Kakao .....	50
14. Ekstrak Metanol Kulit Buah Kakao .....	50
15. Perendaman Besi Pada Medium Korosi .....	50



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Proses Pembuatan Serbuk Kulit Buah Kakao .....	38
2. Proses Ekstrak .....	39
3. Persiapan Besi yang Akan Diuji .....	40
4. Perendaman Besi dalam Larutan Media Korosif Tanpa Inhibitor .....	41
5. Perendaman Besi dalam Larutan Media Korosif dengan Inhibitor .....	42
6. Penentuan Laju Reaksi Korosi .....	43
7. Data Laju Korosi Besi yang Direndam Pada Media Air Laut dengan Variasi Salinitas .....	44
8. Data Laju Korosi Besi yang Direndam Pada Media Korosi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Dengan Variasi pH .....	48
9. Data Efisiensi Inhibisi pada Media Korosi Variasi pH .....	48
10. Data Efisiensi Inhibisi pada Media Korosi Variasi Salinitas .....	49
11. Foto Penelitian .....	50



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara penghasil sumber daya alam yang cukup melimpah. Wilayah Indonesia yang beriklim tropis, memungkinkan tanaman dapat tumbuh dengan subur. Pada umumnya, mata pencaharian masyarakat Indonesia adalah pada bidang pertanian dan perkebunan. Salah satu yang menjadi produk utama hasil perkebunan adalah tanaman kakao (Porbowaseso, 2005). Produksi tanaman kakao hingga tahun 2014 tercatat sebanyak 728.414 ton dengan luas wilayah 1.722.315 Ha menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil kakao ke-3 terbesar di dunia (Nasir, 2014).

Produk utama yang paling banyak dimanfaatkan pada tanaman kakao adalah buah kakao (Nasir, 2014). Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih, dan jika sudah masak akan berwarna kuning (Wahyudi, 2008). Buah kakao terdiri dari tiga bagian, yaitu kulit buah 75,67%, plasenta 2,59% dan biji kakao 21,74%. Pemanfaatan buah kakao hanya pada pengelolaan biji kakao menjadi makanan menyebabkan kulit buah kakao menjadi limbah (Mulyanti, 2012). Menurut Edahwati (2011), Kulit pada buah kakao merupakan jumlah terbanyak dalam satu buah kakao menghasilkan limbah kering sebesar 872,3 ribu ton per tahun.

Limbah kulit buah kakao belum dimanfaatkan secara optimal karena hanya dikumpulkan pada lubang tertutup atau dibuang disekitar tanaman. Maka perlu dicari cara mengenai pemanfaatan kulit buah kakao yang lebih dan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi (Muliati, 2009). Beberapa



teknologi telah dikembangkan untuk pengelolaan limbah seperti pakan ternak dan kompos (Puastuti, 2014). Akan tetapi masih diperlukan pengelolaan yang lebih untuk memaksimalkan pemanfaatan limbah terbanyak dalam buah kakao ini. Hasil uji kualitatif komponen aktif dari ekstrak kulit buah kakao yang dilakukan Burhanuddin (2004), ternyata mengandung tannin, polifenol, flavonoid, alkaloid dan steroid yang merupakan komponen aktif yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Senyawa-senyawa tersebut merupakan antioksidan alami yang terdapat pada kulit buah kakao. Tanin juga sangat reaktif terhadap formaldehida dan mampu membentuk produk kondensasi, berguna untuk bahan perekat termosetting yang tahan air dan panas (Hermawan dkk, 2012). Senyawa tanin juga diketahui dapat menjadi inhibitor dalam proses korosi pada logam (Muliati, 2009).

Perkembangan teknologi, pertumbuhan ekonomi dan pembangunan dari tahun ke tahun mengakibatkan meningkatnya penggunaan berbagai logam, seperti besi, besi, aluminium, perak, dan lain-lain. Logam-logam tersebut digunakan diberbagai industri baik sebagai komponen utama maupun komponen tambahan, akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari banyak faktor yang menyebabkan daya guna logam ini menurun. Salah satu penyebab hal tersebut adalah terjadinya korosi/pengkaratan pada logam (Irianty, 2013).

Korosi merupakan masalah yang serius dalam dunia material dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kemampuan konstruksi dalam memikul beban. Usia suatu konstruksi menjadi berkurang dari waktu yang sudah direncanakan (Indahsari, 2012). Korosi didefinisikan secara mendasar sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Ramdhanna, 2011).

Korosi sangat susah di hentikan, namun dapat diperlambat dengan berbagai cara salah satunya yaitu penambahan inhibitor korosi (Haryono, 2010).



Salah satu cara untuk menghambat terjadinya korosi pada logam adalah dengan cara membuat permukaan logam tersebut terlindungi oleh suatu inhibitor sehingga tidak terjadi kontak langsung antara logam dengan media korosif (Adriana, 2000). Terdapat dua jenis inhibitor korosi, yaitu inhibitor organik dan inhibitor 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 yang berguna untuk mengurangi korosi. Senyawa-senyawa ini juga sangat berguna dalam aplikasi pelapisan antikorosi, tetapi mempunyai kelemahan utama yaitu bersifat toksik (Haryono, 2010). Inhibitor organik mengandung komponen senyawa fenolik antara lain katekin, epikatekin, proantosianidin, asam fenolat, tannin dan flavonoid lainnya. Senyawa fenolik tersebut mempunyai potensi sebagai bahan antioksidan (Jusmiati, 2015). Sifat ini yang dapat digunakan sebagai inhibitor pada proses korosi. Penggunaan inhibitor senyawa organik akan lebih baik karena ramah lingkungan dan mudah terjangkau (Hermawan, 2007).

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, maka perlu dilakukan penelitian pemanfaatan ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) sebagai inhibitor untuk mencegah korosi pada besi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:



1. Bagaimana pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap laju korosi besi pada media korosif dengan variasi salinitas?
2. Bagaimana pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap laju korosi besi pada media korosif dengan variasi pH?
3. bagaimana pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap efisiensi inhibisi pada proses korosi besi ?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud penelitian ini adalah untuk menganalisis efektifitas ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) sebagai inhibitor pada proses korosi besi.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk:

- 1 Menentukan pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap laju korosi besi pada media korosif dengan variasi salinitas.
- 2 Menentukan pengaruh penambahan inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap laju korosi besi pada media korosif dengan variasi pH.
- 3 Menentukan pengaruh konsentrasi inhibitor ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao*) terhadap efisiensi inhibisi pada proses korosi besi





#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tambahan bagi civitas akademika mengenai pengaruh ekstrak kulit buah kakao sebagai inhibitor pada proses korosi besi serta sebagai referensi untuk bahan inhibitor ramah lingkungan



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tanaman Kakao

Kakao merupakan satu-satunya diantara 22 jenis marga *Theobroma*, suku *Sterculiaceae* yang diusahakan secara komersial menurut Tjitrosoepomo (1988), sistematika tanaman ini sebagai berikut :

Divisi : *Spermatophyta*  
Subdivisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Dicotyledoneae*  
Subkelas : *Dialypetalae*  
Bangsa : *Malvales*  
Suku : *Sterculiaceae*  
Marga : *Theobroma*  
Genus : *Theobroma cacao L*

Kakao adalah tanaman perkebunan, termasuk golongan tanaman dalam kelompok *caulofloris*, yaitu tanaman yang berbunga dan berbuah pada batang dan cabang (Jurniati, 2013). Secara umum tanaman kakao dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu Forastero, Criollo dan Trinitario yang merupakan hasil persilangan antara Forastero dengan Criollo (Surti, 2012). Tanaman kakao hidup pada daerah beriklim tropis yang mempunyai kelembapan yang cukup tinggi. Kakao merupakan tanaman berbentuk pohon, dapat mencapai ketinggian 5-10 meter (Bintaran, 2007).

Secara garis besar tanaman kakao dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bagian vegetatif yang meliputi akar, batang serta daun dan bagian generatif yang meliputi buah dan biji (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010)





**Gambar 1.** Buah kakao yang telah masak

Usia produktif tanaman kakao pada umumnya yaitu 3-4 tahun dan pemanenan buah kakao dilakukan 7-14 hari sekali. Komponen buah kakao terdiri dari tiga bagian, yaitu kulit buah 75,67%, plasenta 2,59% dan biji kakao 21,74% (Edahwati dkk., 2011). Pemanfaatan tanaman kakao hanya sebatas pada biji buah kakao yang dapat diolah menjadi makanan dan bernilai ekonomis. Semakin banyak olahan biji kakao maka akan menghasilkan limbah kulit kakao sebagai limbah biomassa terbanyak (Aidilillah, 2016). Limbah pertanian yang tidak terpakai akan menghasilkan bau busuk yang dapat menjadi polusi udara, sehingga perlu ada pemanfaatan limbah kulit buah kakao (Awuah dan Frimpong, 2003).

Kulit buah kakao merupakan hasil samping dari perkebunan yang tidak dimanfaatkan secara optimal. Pengelolaannya masih sebatas pada pakan ternak, pupuk kompos, arang dan asap cair (Suryawan, 1984). Hasil uji kualitatif komponen aktif dari ekstrak kulit buah kakao yang dilakukan Burhanuddin (2004), ternyata mengandung tannin, polifenol, flavonoid, alkaloid dan steroid yang merupakan komponen aktif yang dapat dimanfaatkan dalam dunia industri farmasi.

-senyawa tersebut merupakan antioksidan alami yang terdapat pada kulit  
ao.



## 2.2 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (*electron donor*) atau reduktan. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan, sehingga aktivasi senyawa oksidan tersebut bisa dihambat. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal. Senyawa antioksidan dapat di defenisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi (Winarsi, 2007). Antioksidan dapat digolongkan menjadi golongan fenol, amina, dan amino-fenol. Antioksidan fenol merupakan senyawa yang memiliki cincin aromatik dengan substitusi satu atau lebih gugus hidroksil. Kereaktifan senyawa fenol terhadap radikal bebas disebabkan karena adanya substitusi grup alkil pada posisi 2, 4 atau 6 yang dapat meningkatkan densitas elektron pada grup hidroksil, sehingga energi ikatan OH menjadi lemah dan dapat dengan mudah dilepas untuk didonorkan ke radikal bebas. Radikal fenol yang terbentuk setelah fenol bereaksi dengan radikal lipid distabilkan oleh delokalisasi elektron yang tidak berpasangan ke cincin aromatik (Gordon, 1990).

Bertambahnya pengetahuan tentang aktivitas radikal bebas mengakibatkan penggunaan senyawa antioksidan semakin berkembang baik Antioksidan dalam tubuh dapat berperan sebagai pencegah penyakit kanker dan tumor, penyempitan gula darah, penuaan dini, kardiovaskuler, dan lain-lain (Tamat dkk., 2007).

dan juga digunakan sebagai zat inhibitor untuk mencegah terjadinya korosi pada besi (Hermawan, 2012).



### 2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan, penarikan atau pengeluaran suatu komponen campuran dari campurannya. Biasanya menggunakan pelarut yang sesuai dengan komponen yang diinginkan, cairan dipisahkan dan diuapkan sampai pada kepekatan tertentu (Irianty, 2012). Proses ekstraksi dipengaruhi oleh suhu, ukuran partikel, jenis pelarut, waktu ekstraksi, dan metode ekstraksi. Jenis pelarut yang digunakan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi untuk menghasilkan rendemen dari bahan dan kadar dari komponen bioaktif seperti polifenol. Metode ekstraksi yang digunakan dapat mempengaruhi konsentrasi senyawa fenol yang akan dihasilkan. Metode sokletasi merupakan suatu metode dengan pemanasan, pelarut yang digunakan akan mengalami sirkulasi (Pambayun, 2007). Pelarut yang digunakan adalah campuran antara etanol dan air agar dapat memperoleh ekstraksi yang berkualitas tinggi. 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 (Cheong dkk., 2005). Keunggulan lain menggunakan pelarut etanol atau metanol dikarenakan mudah di jangkau dan harganya relatif murah (Irianty, 2013).

### 2.4 Korosi

Proses korosi terjadi secara alamiah dan tidak dapat dicegah seluruhnya, korosi terjadi secara tiba-tiba sehingga diluar prediksi yang telah direncanakan. Korosi yang terjadi sering menimbulkan kerugian yang besar, baik secara langsung



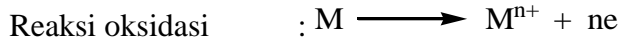
maupun tidak langsung. Di bidang industri minyak dan gas, proses korosi adalah suatu masalah yang penting dan perlu diperhatikan karena dampak akibat dari korosi cukup besar. Contoh di bidang industri minyak dan gas dari pengeboran menuju platform proses, maka akan dapat berakibat timbul kerusakan (*damage*) dan kebocoran pada pipa-pipa tersebut. Dampak bahaya korosi secara langsung ialah dibutuhkan biaya untuk mengganti material-material logam atau alat-alat yang rusak akibat korosi, bila pengerjaan untuk penggantian material terkorosi, biaya untuk pengendalian korosi dan biaya tambahan untuk membuat konstruksi dengan logam yang 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 (Jaya, 2010).

Korosi adalah suatu kerusakan yang dihasilkan dari reaksi kimia antara sebuah logam atau logam paduan dan didalam suatu lingkungan. Fenomena korosi merupakan reaksi kimia yang dihasilkan dari dua reaksi setengah sel yang melibatkan elektron sehingga menghasilkan suatu reaksi elektrokimia. Dari dua reaksi setengah sel ini terdapat reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katoda (Alfin, 2011). Korosi secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan yang merupakan fenomena kimia bahan-bahan logam di berbagai macam kondisi lingkungan. Penyelidikan tentang sistem elektrokimia telah banyak membantu menjelaskan mengenai korosi ini, yaitu reaksi kimia antara logam dengan zat-zat yang ada disekitarnya atau dengan partikel-partikel lain yang ada di dalam logam

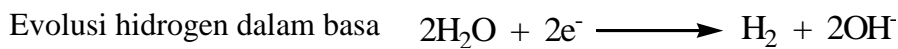
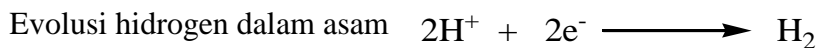
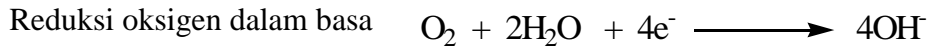
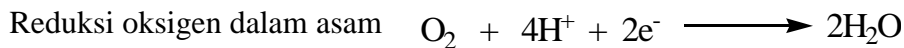
i. Jadi dilihat dari sudut pandang kimia, korosi pada dasarnya merupakan logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan



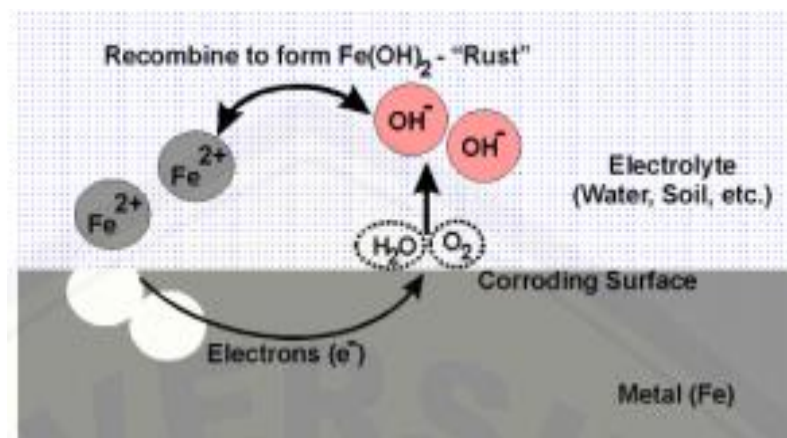
lingkungan yang berair dan beroksigen (Chodijah, 2008). Menurut Eka (2008), reaksi elektrokimia pada proses korosi, yaitu :



Reaksi reduksi :



logam yang berlaku sebagai sel korosi akan memberikan elektron (anoda) dan lingkungannya sebagai penerima elektron (katoda). Logam yang teroksidasi akan larut kelingkungannya menghasilkan ion-ion logam dan melepaskan elektron secara bersamaan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi dimana ion-ion dari lingkungan mendekati logam dan menangkap elektron-elektron yang tertinggal pada logam. Korosi terjadi melalui perantara lingkungan dan biasa disebut sebagai elektrolit. Skema sel korosi secara umum dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. Sel Korosi (Purnomo, 2015)



### 2.4.1 Laju Korosi

Laju korosi merupakan besaran dari pengikisan yang terjadi pada suatu logam yang dinyatakan dalam massa dibagi waktu. Besarnya laju korosi sangat dipengaruhi reaksi-reaksi yang terjadi pada reaksi korosi. Kecepatan laju korosi dipengaruhi oleh empat elemen berikut :

- a. adanya anoda tempat reaksi anodik terjadi
- b. adanya katoda tempat reaksi katodik terjadi
- c. adanya media untuk transfer elektron
- d. adanya lingkungan yang bersifat elektrolit.

Lingkungan yang bersifat elektrolit ini biasanya berupa larutan yang mempunyai sifat menghantarkan listrik. Elektrolit dapat berupa asam, basa dan garam. Pada suatu reaksi korosi semakin negatif potensial elektroda masing-masing bahan pada sel korosi, maka akan semakin mudah menjadi anoda. Pemakaian dua bahan yang memiliki selisih potensial elektroda secara bersama, akan semakin rawan terhadap terjadinya korosi pada bahan tersebut (Purnomo, 2015).

Kecepatan korosi dapat dihitung dengan pengurangan berat persatuan waktu persatuan luas. Dapat juga dihitung dengan tebalnya oksidasi yang terbentuk persatuan waktu. Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkatan rata-rata laju korosi dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Laju Reaksi Korosi} = \frac{\text{Berat Awal-Berat Akhir}}{\text{Luas Baja} \times \text{Waktu Perendaman}} \quad (1)$$

### 2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Korosi

Menurut Halimatuddahlia (2003), penguapan dan pelepasan bahan-bahan

udara dapat mempercepat proses korosi, yaitu:

Gas Terlarut

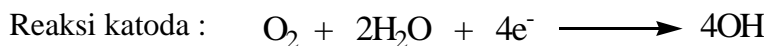
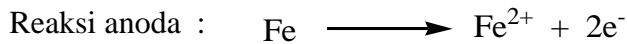




Laju korosi sangat dipengaruhi oleh gas yang dapat larut dalam air yang menyebabkan terjadinya korosi. Gas terlarut yang dapat menyebabkan terjadinya korosi adalah sebagai berikut:

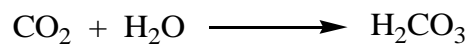
a. Oksigen (O<sub>2</sub>)

Adanya oksigen yang terlarut akan menyebabkan korosi pada metal seperti laju korosi pada *mild steel alloys* akan bertambah dengan meningkatnya kandungan oksigen. Kelarutan oksigen dalam air merupakan fungsi dari tekanan, temperatur, dan kandungan klorida. Reaksi korosi secara umum pada besi karena adanya kelarutan oksigen berikut:



b. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Jika karbondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas, biasanya bentuk korosinya berupa *pitting* yang secara umum reaksinya adalah:



## 2. Faktor Temperatur

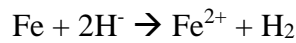
Kenaikan temperatur pada umumnya dapat menambah laju korosi walaupun kenyatannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperatur. Apabila metal pada temperatur yang tidak seragam, maka akan besar kemungkinan terbentuk korosi.

## 3. Faktor pH

Besi dan baja akan terkorosi dalam suasana asam, tetapi sedikit terkorosi dalam suasana basa.

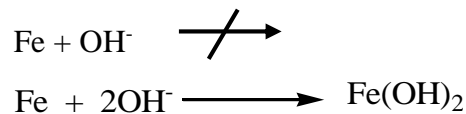


Korosi logam dalam asam biasanya menghasilkan gas hidrogen. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut:



b. Basa

Basa adalah senyawa yang dapat menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ . Ion  $\text{OH}^-$  tidak beraksi langsung dengan logam. Reaksi akan terjadi setelah logam mengalami oksidasi.



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. Menurut Habibiwildan (2010), jenis-jenis bakteri tersebut adalah :

a. Bakteri Reduksi Sulfat (SRB)

Bakteri ini merupakan bakteri jenis anaerob yang membutuhkan lingkungan bebas oksigen atau lingkungan reduksi, bakteri ini bersirkulasi di dalam air aerasi termasuk larutan klorin dan pengoksidasi lainnya, hingga mencapai kondisi ideal untuk mendukung metabolisme. Bakteri ini tumbuh pada oksigen rendah. Bakteri ini tumbuh pada daerah-daerah kanal, pelabuhan, dan daerah air tenang yang tergantung pada lingkungannya. Bakteri ini mereduksi sulfat menjadi sulfid, biasanya terlihat dari meningkatnya kadar  $\text{H}_2\text{S}$

di sulfida. Bakteri jenis ini berisi enzim hidrogenase yang dapat konsumsi hidrogen. Contohnya: *Thiobacillus thi-oxidans*.

ri Oksidasi Sulfur-Sulfida



Bakteri jenis ini merupakan bakteri aerob yang mendapatkan energi dari oksida sulfid atau sulfur. Beberapa tipe bakteri aerob dapat mengoksidasi sulfur menjadi asam sulfurik dan nilai pH menjadi 1. Contohnya: *Genus Desulfovibrio* atau *Desulfotomaculum*.

## 5. Faktor Padatan Terlarut

### a. Klorida (Cl)

Klorida menyerang lapisan *mild steel* dan lapisan *stainless steel*. Padatan ini menyebabkan terjadinya *pitting*, *crevice corrosion* dan juga menyebabkan pecahnya *alloys*. Reaksi yang terjadi pada:  $Fe + Cl^- \longrightarrow FeCl_2$

besi:

### b. Karbonat (CO<sub>3</sub>)

Kalsium karbonat sering digunakan sebagai pengontrol korosi dimana film karbonat diendapkan sebagai lapisan pelindung permukaan metal, tetapi dalam produksi minyak hal ini cenderung menimbulkan masalah *scale*. Korosi menimbulkan banyak sekali kerugian pada berbagai macam aspek, karena itu perlu dilakukannya pencegahan peningkatan laju korosi yang efektif dan efisien. Laju korosi dapat dicegah melalui beberapa cara, salah satunya yaitu penambahan inhibitor (Bundjali, 2005).

## 2.5 Inhibitor Korosi

Salah satu cara untuk menghambat terjadinya korosi pada logam adalah dengan cara membuat permukaan logam tersebut terlindungi oleh suatu inhibitor sehingga tidak terjadi kontak langsung antara logam dengan media korosif (2000). Secara khusus, inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang ditambahkan kedalam suatu lingkungan tertentu dapat menurunkan laju



penyerangan lingkungan terhadap suatu logam (Surya, 2004). Kriteria praktis untuk pemilihan inhibitor korosi dari berbagai zat/senyawa anorganik dan organik dengan sifat-sifat inhibisinya tidak hanya efisiensi inhibisinya tetapi juga keamanan penggunaan, kendala ekonomi, kesesuaian dengan bahan kimia yang lain di dalam sistem dan masalah lingkungan (Magnussen, 2003). Menurut Widharto (1999), berdasarkan bahan dasarnya, inhibitor korosi terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Inhibitor Senyawa Anorganik

Inhibitor anorganik adalah inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor anorganik adalah sodium nitrit, kromat, fosfat, dan garam seng. Penggunaan natrium nitrit yang harus dengan konsentrasi besar (300-500 mg/l) menjadikannya inhibitor yang tidak ekonomis, berdasarkan hasil penelitian kromat dan seng ditemukan bersifat toksik dan fosfat merupakan senyawa yang dianggap sebagai polusi lingkungan, karena menyebabkan peningkatan kadar fosforous dalam air (Widharto, 1999). Oleh karena itu, senyawa-senyawa inhibitor tersebut perlu ada substituenya yang tidak bersifat toksik serta mampu terdegradasi secara biologis, namun tetap bernilai ekonomi dan juga dapat mengurangi laju korosi secara signifikan (Haryono, 2010)

b. Inhibitor Senyawa Organik

Saat ini pengembangan terhadap inhibitor organik atau inhibitor alami sangat diperlukan. Inhibitor jenis ini sangat menguntungkan dunia industri dikarenakan harganya yang relatif murah dan pengaplikasiannya yang ramah

an. Senyawa organik bersifat menghambat proses korosi yang tidak dapat  
kan bersifat sebagai katodik atau anodik. Secara umum dapat dikatakan  
t ini dapat mempengaruhi seluruh permukaan logam yang sedang korosi



apabila diberikan dalam konsentrasi secukupnya dengan cara membentuk lapisan film pada permukaan logam. Lapisan ini sukar dilihat secara kasat mata, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya. Kemungkinan kedua daerah katodik dan anodik dihambat namun dalam tingkat yang berbeda, bergantung pada potensial logam terkait susunan kimiawi dari molekul zat inhibitor dan ukuran molekulnya (Supardi, 1997). Kebanyakan inhibitor yang efisien digunakan dalam industri adalah senyawa-senyawa organik yang mengandung heteroatom seperti O, N, S dan ikatan rangkap di dalam molekul-molekulnya yang memfasilitasi adsorpsi pada permukaan logam (Quraishi dkk, 2002). Selain itu senyawa organik mampu membentuk senyawa kompleks baik kompleks yang terlarut maupun kompleks yang mengendap. Untuk itu diperlukan adanya gugus-gugus fungsi yang mengandung atom-atom yang mampu membentuk ikatan kovalen terkoordinasi misalnya atom nitrogen, belerang, pada suatu senyawa tertentu (Susilowati, 2011).

