

**STUDI INHIBISI KOROSI BAJA OLEH EKSTRAK BIJI
KAKAO (*Theobroma cacao*) DALAM
MEDIUM ASAM KLORIDA**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



**NURFITRIANA
NIM. 02048/2008**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2012

PERSETUJUAN SKRIPSI

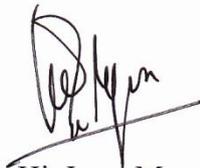
STUDI INHIBISI KOROSI BAJA OLEH EKSTRAK BIJI KAKAO (*Theobroma cacao*) DALAM MEDIUM ASAM KLOORIDA

Nama : Nurfitriana
NIM : 02048
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 9 Juli 2012

Disetujui oleh

Pembimbing I



Dra. Hj. Irma Mon, M.Si
19480619 197302 2 001

Pembimbing II



Yerimadesi, S.Pd, M.Si
19740917 200312 2 001

PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : **Studi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Biji Kakao
(*Theobroma cacao*) dalam Medium Asam Klorida**

Nama : Nurfitriana

NIM : 02048

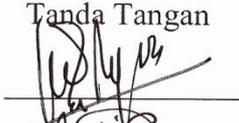
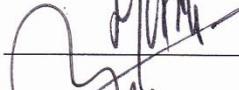
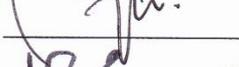
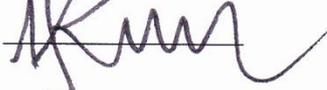
Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 9 Juli 2012

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dra. Hj. Irma Mon, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Yerimadesi, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dr. Hardeli, M.Si	3. 
4. Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D	4. 
5. Anggota	: Drs. Zul Afkar, M.S	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 9 Juli 2012

Yang menyatakan,

Nurfitriana

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Rasa syukur yang tiada tara kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat dan kasih sayang kepadaku. Dengan izinnya ku bisa melangkah sampai disini..Tuhan terimakasih atas segala pembekalan indah ini. Terimakasih sungguh, atas semua yang tidak bisa panjang lebar diungkapkan secara detail dari seorang yang tidak seberapa ini. "Sesungguhnya pelindungku adalah Allah" (QS 7 : 196), zat Maha Sempurna yang mengatur segalanya dengan jalan yang indah.

Dengan segenap kasih sayang dan Diiringi Do'a yang tulus ku persembahkan Karya tulis ini kepada kedua orang tua ku serta kakak2ku...Ama, layaknya malaikat yang dikirimkan Tuhan kepadaku. Sosok orangtua yang selalu merasakan penderitaan anaknya dan memperjuangkannya dengan segala upaya. Entah dengan apa ucapan dari lubuk hati terdalam ini mampu terungkapkan. Terimakasih atas arahan, doa, bimbingan, perjuangan, support, dan semuanya yang hanya Tuhan yang dapat membalasnya...

Ni En, Da ed, Niaguhi, Adis (nyet), Terimakasih telah memperjuangkan, mempermudah, dan memahami seluk beluk perjuangan ini,,
thankyu,,Love u All,,

Terimakasih kepada pembimbing skripsi anur, Ibu Dra. Hj. Irma Mon, M.Si dan Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si atas jadwal bimbingannya, untuk pengertian luar biasanya, ilmu, bimbingan, arahan, perhatian, serta dukungan penuhnya. Kata maaf juga anur iringi sepanjang perjalanan bimbingan, maupun selama berstatus sebagai mahasiswa. Terimakasih ibuk,,.

Kepada teman2 CH3NK08 (Ona, Q-dith, Nila, Whe_we, Mia, Buk Leka, Echie, Romi, Nofri, Ricky, Ika, Odjest, Nopi, Riri, Fifin, Ncup, Donny, Icha tutut, Rani, Nia, Rijanti, Nay, Tya, Vira, Nengsih, Nadia, Tika, Aulia, Vivi, Icha Yuli, Anne, Mery, Yani, Iwit, Selv, Ipit ongeh, Adek, Devis, Roby..) dan special to nda_ndah (Indah Muspita) rekan terbaikku,, terima kasih telah banyak membantu dan memberikan semangat,,,
Dan terima kasih jg bwt kak Refi, kak Nadya, kak Yani (senior korosi,,hehe) dan bg Bobby,,

Juga ntuk keluarga wisma Wardah (Acah yang telah banyak membantu, Via, Dian, Mamik, Neneng, Gina, Iwit, Ipep, Rina) dan keluarga wisma Riau, Terima kasih atas bantuan dan dukungannya,, ☺

Terakhir, untuk seseorang yang masih dalam misteri yang dijanjikan Ilahi yang siapapun itu, terimakasih telah menjadi baik dan bertahan disana.

Berhasil meraih satu tujuan merupakan titik awal tujuan baru.

By,

NURFITRIANA

ABSTRAK

Nurfitriana, 02048 : “Studi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao*) dalam Medium Asam Klorida”. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Biji kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak mengandung katekin. Katekin dapat membentuk kompleks dengan besi, kompleks yang terbentuk teradsorpsi pada permukaan baja dan dapat menghalangi masuknya oksigen, ion Cl^- dan ion korosif lainnya, sehingga laju korosi dapat diperlambat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak biji kakao dalam medium asam klorida. Metoda yang digunakan adalah gravimetri, yaitu berdasarkan pengurangan berat (*weight loss*) baja sebelum dengan sesudah korosi dan analisis permukaan baja dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa ekstrak biji kakao dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium asam klorida 0.01 M dengan efisiensi inhibisi korosi 76,21% dan hasil analisis dengan spektrofotometer FTIR untuk lapisan ekstrak biji kakao pada permukaan baja menunjukkan adanya terbentuk kompleks antara Fe-katekin.

Kata kunci : Korosi, baja, ekstrak biji kakao, katekin, efisiensi inhibisi

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, dengan judul “Studi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao*) dalam Medium Asam Klorida”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Irma Mon, M.Si. sebagai dosen pembimbing I
2. Ibu Yermadesi, S.Pd, M.Si. sebagai dosen pembimbing II
3. Ibu Dra. Hj. Isniyeti, M.Si. sebagai penasehat akademik
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D sebagai ketua prodi kimia dan dosen penguji
5. Bapak Dr. Hardeli, M.Si dan Bapak Drs. Zul Afkar, M.Si sebagai dosen penguji
6. Ibu Dra. Andromeda, M.Si dan Bapak Drs. Bahrizal, M.Si sebagai ketua dan sekretaris Jurusan Kimia FMIPA UNP
7. Bapak/ibu staf pengajar dan analis laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang
8. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA UNP serta semua pihak yang telah ikut membantu baik secara moril dan materil serta do'a yang tulus dan ikhlas dalam penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini telah dibuat sesuai dengan aturan penulisan yang ada dalam Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang. Namun, demi kesempurnaan skripsi ini, penulis tetap menerima dan mengharapkan saran dan masukan dari pembaca. Atas saran dan masukan yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juli 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Korosi Pada Baja	5
B. Korosi Lingkungan Asam Klorida	11
C. Pengendalian Korosi dengan Penggunaan Inhibitor	12
D. Ekstrak Biji Kakao sebagai Inhibitor Korosi	14
E. Mikroskop Stereo	17
F. Spektrofotometer FTIR	18
BAB III. METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian	20

B. Sampel Penelitian	20
C. Variabel Penelitian	20
D. Alat dan Bahan	20
E. Prosedur Kerja	21
F. Analisis Data	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Ekstraksi Biji Kakao	28
B. Kondisi Optimum Pelapisan Baja	29
C. Pengaruh Inhibitor Ekstrak Biji Kakao terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi Baja dalam Medium Asam Klorida	31
D. Karakteristik Permukaan Baja dengan Mikroskop Stereo	39
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
1. Kadar Katekin dalam Teh dan Kakao	15
2. Data Penentuan Konsentrasi Optimum Pelapisan Permukaan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao	29
3. Data Penentuan Waktu Optimum Pelapisan Permukaan Baja oleh Ekstrak Biji Kakao 900 ppm	31
4. Data laju Korosi Baja Tanpa Dilapisi Larutan Ekstak Biji Kakao dalam Medium Asam Klorida	32
5. Data Laju Korosi Baja dengan Dilapisi Larutan Ekstak Biji Kakao dalam Medium Asam Klorida	33
6. Perbandingan Laju Korosi Baja dalam Medium Asam Klorida yang Dilapisi Ekstak Biji Kakao dan Tanpa Dilapisi Ekstrak Biji Kakao	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
1. Pembentukan Karat	5
2. Buah Kakao	14
3. Struktur Katekin	16
4. Sistem Optik FTIR	18
5. Kurva Hubungan Konsentrasi Ekstrak Biji Kakao terhadap % Pertambahan Berat Baja	30
6. Kurva Hubungan Waktu Perendaman dalam Ekstrak Biji Kakao terhadap % Pertambahan Berat Baja	31
7. Kurva Hubungan Laju Korosi Baja terhadap Variasi Waktu Perendaman	33
8. Proses Pembentukan Komplek Fe-Katekin	35
9. Mekanisme Senyawa Katekin Mengkelat Ion Besi	35
10. Spektra Inframerah	36
11. Kurva Hubungan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja dengan Waktu Kontak dalam Medium Asam Klorida 0,01 M	38
12. Foto Optik Permukaan Baja Setelah Proses Korosi	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :	Halaman
1. Bagan Alir Prosedur Kerja	43
2. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak Biji Kakao	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan baja dalam perkembangan teknologi dan industri sangat besar peranannya. Akan tetapi dalam aplikasinya banyak faktor yang menyebabkan daya guna baja ini menurun. Salah satu penyebab hal tersebut adalah terjadinya korosi pada baja.

Pada umumnya larutan asam banyak digunakan dalam proses industri, terutama untuk menghilangkan kerak karena dapat melarutkan oksida pada permukaan logam dengan cepat, khususnya larutan HCl (Hussin & Kassim, 2011). Tetapi media asam tersebut dapat mengkorosi bagian dalam logam. Oleh karena itu perlu ditambahkan beberapa inhibitor korosi secara langsung pada bak pengasaman untuk mereduksi korosi yang terjadi.

Inhibitor korosi adalah suatu senyawa yang berperan melindungi logam dari korosi dengan melalui berbagai cara (Dalimunthe, 2004). Inhibitor korosi umumnya berasal dari senyawa-senyawa organik dan anorganik yang mengandung gugus pasangan elektron bebas. Namun, bahan kimia sintetis merupakan bahan kimia berbahaya, harganya mahal, dan tidak ramah lingkungan. Untuk itu diperlukan penggunaan inhibitor yang aman, mudah didapat, bersifat *biodegradable*, biaya murah dan ramah lingkungan.

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan ekstrak bahan alam untuk memperlambat laju korosi telah dilaporkan, diantaranya Asdim (2007) mengemukakan bahwa efisiensi inhibisi ekstrak kulit buah manggis dalam

larutan asam sulfat 0,02 M dapat mencapai 48,79%. Ilim dan Hermawan (2008) melaporkan bahwa ekstrak buah lada, pinang dan daun teh dapat menurunkan laju korosi baja lunak dalam medium air laut buatan yang jenuh gas CO₂. Selanjutnya Yerimadesi (2008) juga telah melaporkan bahwa ekstrak daun teh dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium asam klorida dan udara, dengan efisiensi inhibisi korosi dalam medium asam klorida 0,01M adalah 27,35% dan dalam medium udara 53%.

Biji kakao kaya akan komponen-komponen senyawa fenolik, antara lain : katekin, epikatekin, proantosianidin, asam fenolat, dan flavonoid lainnya. Katekin merupakan unsur yang mengandung pasangan elektron bebas yang berfungsi sebagai pendonor elektron terhadap logam Fe²⁺ untuk membentuk senyawa kompleks. Kompleks yang terbentuk terserap pada permukaan logam sehingga dapat menghalangi masuknya oksigen dan ion-ion agresif lainnya, maka laju korosi dapat diturunkan.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Subhashini (2010), pada analisa kadar flavonoid menggunakan HPLC, kakao mengandung 69 % katekin dari total flavonoid. Dari data terlihat bahwa kadar katekin pada kakao cukup tinggi. Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian dengan judul “Studi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Biji Kakao (*Theobroma cacao*) dalam Medium Asam Klorida”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak biji kakao (*Theobroma cacao*) dalam medium asam klorida?
2. Bagaimana karakteristik permukaan baja yang dilapisi dan yang tidak dilapisi ekstrak biji kakao?

C. Batasan Masalah

Sesuai dengan rumusan masalah yang dikemukakan maka perlu diberikan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Kakao yang digunakan diperoleh dari Nagari Situmbuk Kec. Salimpaung Kab. Tanah Datar.
2. Baja yang digunakan diperoleh dari PT. Tira Austenite Cabang Padang dengan kode ASSAB 760.
3. Karakteristik permukaan baja yang dilapisi dan yang tidak dilapisi ekstrak biji kakao yang dilihat dengan mikroskop stereo.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak biji kakao dalam medium asam klorida.
2. Untuk mengetahui karakteristik permukaan baja dengan dilapisi dan tanpa dilapisi ekstrak biji kakao.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penggunaan senyawa organik dari bahan alam sebagai inhibitor korosi logam khususnya baja yaitu dari ekstrak biji kakao yang mengandung katekin, sehingga permasalahan-permasalahan korosi logam khususnya baja dapat dikurangi.

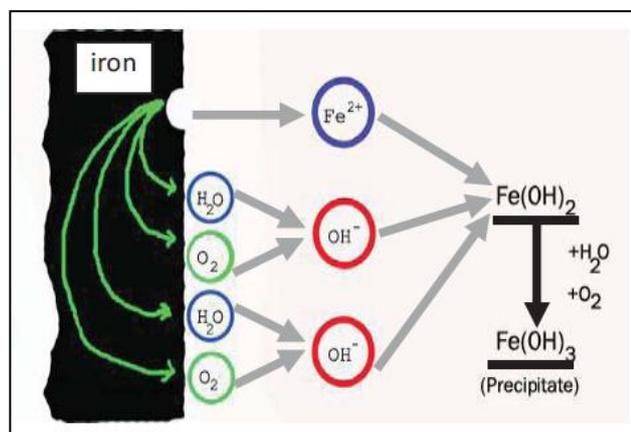
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Korosi pada Baja

1. Korosi

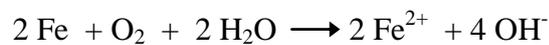
Korosi dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya (Trethewey, 1991). Korosi terjadi pada logam dan tidak dapat dihindari karena merupakan suatu proses alamiah. Korosi dapat didefinisikan juga sebagai fenomena kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya reaksi kimia antara material tersebut dengan lingkungan yang tidak mendukung (Fontana, 1986). Korosi secara khusus mengacu pada proses yang melibatkan kerusakan atau degradasi dari komponen logam, yang dikenal dengan perkaratan.

Korosi dapat terjadi pada logam dan tidak dapat dihindari karena merupakan suatu proses alamiah. Ketika atom-atom logam mengalami suatu reaksi korosi, maka atom-atom logam tersebut diubah menjadi ion-ion melalui reaksi dengan unsur dilingkungannya.



Gambar 1. Pembentukan Karat (Haryono, 2010)

Secara umum mekanisme korosi dapat dijelaskan pada Gambar 1. Pada daerah anoda lubang terbentuk karena oksidasi Fe menjadi Fe^{2+} . Elektron yang dihasilkan mengalir melewati besi ke daerah yang terpapar O_2 . Pada daerah katoda O_2 direduksi menjadi OH^- . Reaksi keseluruhan didapatkan dari menyeimbangkan transfer elektron dan menjumlahkan kedua setengah reaksi.



Ion Fe^{2+} dapat berpindah dari anoda melalui larutan ke daerah katoda dan kemudian berkombinasi dengan ion OH^- untuk membentuk besi (II) hidroksida, $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Ferro hidroksida [$\text{Fe}(\text{OH})_2$] yang terjadi merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi feri hidroksida [$\text{Fe}(\text{OH})_3$], sehingga mekanisme reaksi selanjutnya adalah :



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang terbentuk akan terhidrasi menjadi Fe_2O_3 yang berwarna merah kecoklatan yang biasa disebut karat. (Vogel, 1979)

Reaksinya adalah:



Korosi dapat terjadi bila terdapat tiga unsur, yaitu:

- a. Ada anoda tempat reaksi anodik terjadi
- b. Ada katoda tempat reaksi katodik terjadi
- c. Ada lingkungan yang bersifat elektrolit

Reaksi anoda diindikasikan dengan naiknya bilangan oksidasi dan terjadinya produksi elektron. Reaksi katoda diindikasikan dengan terjadinya penambahan elektron sehingga menyebabkan penurunan bilangan oksidasi. Hal ini merupakan prinsip utama korosi yaitu ketika suatu logam mengalami korosi maka laju oksidasi akan sama dengan laju reduksi.

2. Baja

Baja merupakan campuran besi karbon dan unsur-unsur lain seperti Si, Mn, P, S, dan sebagainya, sehingga membentuk suatu padatan. Umumnya sebagian besar baja komersial hanya mengandung unsur karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Penambahan unsur-unsur lain tersebut bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik baja (Fontana, 1987).

Klasifikasi baja menurut kandungan karbon dibedakan atas tiga macam yaitu :

- a. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)
 - 1) Kadar karbonnya adalah 0,05% - 0,30% .
 - 2) Sifatnya mudah ditempa.
 - 3) Penggunaannya: kandungan karbon 0,05%-0,20% banyak digunakan untuk bodi mobil, bangunan, pipa, rantai, paku, sekrup. Sedangkan kandungan baja 0,20%-0,30% digunakan pada gigi persneling, baut jembatan dan palang.
- b. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*)
 - 1) Kadar karbonnya adalah sebesar 0,3% -0,5%.

- 2) Kekuatannya lebih tinggi dari pada baja karbon rendah.
- 3) Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong.
- 4) Penggunaannya: kandungan karbon 0,30%–0,40% banyak digunakan untuk poros roda dan engkol. Kandungan karbon 0,40%–0,50% digunakan pada rel, sekrup mobil, gigi roda mobil dan ketel uap. Dan kandungan karbon 0,50%–0,60% digunakan untuk palu dan pengeretan.

c. Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

- 1) Kadar karbonnya adalah 0,60%-1,50%.
- 2) Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong.
- 3) Penggunaannya: untuk palu, silinder, pisau, gergaji, pemotong, kabel, dan bor.

Berdasarkan keterangan di atas baja ASSAB 760 dikelompokkan pada baja karbon menengah (*medium carbon steel*) dengan komposisi kimia 0,5% C, 0,3% Si, 0,6% Mn dan 0,04% S. Baja ini banyak digunakan karena tingkat kekerasan dan keuletan yang dihasilkan mencukupi untuk pembuatan berbagai macam komponen seperti die holder, mur, baut, clamping, dan perkakas tangan dengan harga yang murah serta mudah diperoleh baik dalam bentuk persegi atau silinder (10 – 500 mm).

3. 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 kelumit yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya.

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi (Haryono, 2010) antara lain, yaitu:

a. Suhu

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

b. Kecepatan alir fluida atau kecepatan pengadukan

Laju korosi cenderung bertambah jika laju atau kecepatan aliran fluida bertambah besar. Hal ini karena kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar sehingga ion-ion logam akan makin banyak yang lepas sehingga logam akan mengalami kerapuhan (korosi).

c. Konsentrasi bahan korosif

Hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan 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.

d. Oksigen

Adanya oksigen yang terdapat di dalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab, sehingga kemungkinan menjadi korosi lebih besar. Di dalam air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi.

Faktor yang paling berpengaruh adalah adanya air yang mungkin berasal dari hujan, kabut, atau pengembunan akibat kelembaban yang relatif tinggi. Hujan deras bisa menguntungkan karena membasuh bahan-bahan pengotor yang menumpuk di permukaan logam.

Kabut dan pengembunan bisa mendatangkan bahaya korosi dari udara karena membasahi seluruh permukaan termasuk yang tersembunyi. Lapisan-lapisan tipis air dari kabut dan embun tidak akan mengalir dan akan tetap disitu sampai menguap oleh hembusan angin atau meningkatnya temperatur. Kebanyakan logam seperti besi, baja, nikel, tembaga dan seng mengalami korosi bila kelembaban relatif lebih dari 60%. Jika kelembaban lebih dari 80%, karat pada besi dan baja menjadi higroskopik (menyerap air) dan dengan demikian laju korosi semakin meningkat.

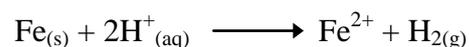
Lapisan tipis embun yang terbentuk dari kabut atau dari kelembaban relatif lebih tinggi mudah jenuh dengan oksigen dari udara, karena itu reaksi katodik, entah pengurangan oksigen atau pembentukan hidrogen, bukan merupakan tahapan penentu laju dalam proses korosi yang ditimbulkannya. Laju dan tingkat keparahan korosi biasanya ditentukan oleh konduktifitas elektrolit, yang bergantung pada kadar bahan pengotor yang terlarut. Bahan

pengotor ini berbeda-beda, seperti karbon dioksida, belerang trioksida, senyawa-senyawa nitrat, hidrogen sulfida dan ion-ion klorida di lingkungan.

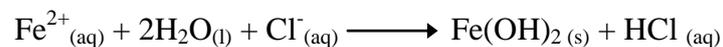
B. Korosi Lingkungan Asam Klorida

Korosi merupakan proses elektrokimia dimana logam bereaksi dengan lingkungannya untuk membentuk oksida atau senyawa lainnya. Faktor penting yang mempengaruhi korosi adalah faktor lingkungan, terutama lingkungan yang mempunyai pH rendah (lingkungan asam). Korosi lingkungan asam dapat diilustrasikan seperti kerusakan besi akibat asam, seperti asam klorida (HCl). HCl dalam bentuk gas tidak korosif, tetapi jika gas HCl bercampur dengan air maka akan menjadi senyawa yang sangat korosif, ketika besi ditaruh dalam larutan HCl, maka akan terjadi reaksi dimana gas hidrogen akan terbentuk dan besi akan terlarut, membentuk larutan besi klorida.

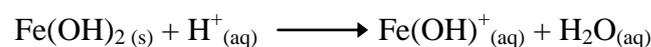
Proses korosi dalam medium asam klorida diawali dengan oksidasi Fe menjadi Fe^{2+} dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:



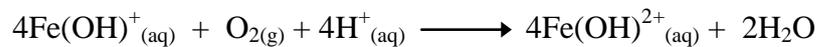
Adanya ion klorida dalam larutan dapat menyebabkan terjadinya hidrolisa kation sehingga asam semakin tinggi.



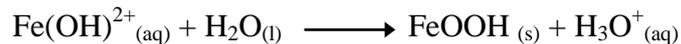
Kenaikan kadar korosi dalam media korosi akan menyebabkan terbentuknya $\text{Fe}(\text{OH})^+$.



Fe(OH)^+ selanjutnya teroksidasi menjadi Fe(OH)^{2+} .



Selanjutnya Fe(OH)^{2+} akan terhidrolisa menjadi Fe_3O_4 dan FeOOH .



Adanya oksigen terlarut dapat menyebabkan Fe(OH)_2 teroksidasi menjadi Fe(OH)_3 .



Dari beberapa reaksi yang terjadi, produk-produk korosi dapat terbentuk pada permukaan baja adalah Fe_3O_4 , FeOOH dan Fe(OH)_3 (Fitriasih, 2009).

C. Pengendalian Korosi dengan Penggunaan Inhibitor

Proses korosi yang terjadi dapat diperlambat dengan menggunakan zat kimia yang disebut dengan inhibitor. Menurut Fitriasih (2009) Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat kimia yang apabila ditambahkan/dimasukkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan yang korosif, dapat secara efektif memperlambat atau mengurangi laju korosi.

Inhibitor dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan dasarnya :

1. Inhibitor organik: menghambat korosi dengan cara teradsorpsi kimiawi pada permukaan logam, melalui ikatan logam-heteroatom. Inhibitor ini berasal dari bahan organik. Contohnya adalah gugus amina, hidroksida, fosfor, eter.
2. Inhibitor anorganik: inhibitor yang terbuat dari bahan anorganik. Contohnya adalah nitrit, kromat.

Adapun mekanisme kerja inhibitor dapat dibedakan sebagai berikut (Dalimunthe, 2004) :

1. 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.
2. Melalui pengaruh lingkungan, menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi membentuk suatu lapisan pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati.
3. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
4. Inhibitor menghilangkan kontituen yang agresif dari lingkungannya.

D. Ekstrak Biji Kakao sebagai Inhibitor Korosi

1. Kakao (*Theobroma cacao*)

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan tumbuhan berwujud pohon yang berasal dari Amerika Selatan. Dari biji tumbuhan ini dihasilkan produk olahan yang dikenal sebagai coklat. Kakao merupakan tumbuhan tahunan (*perennial*) berbentuk pohon, ketinggian dapat mencapai 10 m. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada area 30-300 meter, pada suhu sedang yaitu

sekitas 18-30°C dan membutuhkan kelembaban udara yang cukup dengan curah hujan 1-5 liter/m³ pertahun.



Gambar 2. Buah Kakao

Sistematika taksonomi dari tanaman kakao:

- Kerajaan : Plantae
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Ordo : Malvales
- Famili : Malvaceae (Sterculiaceae)
- Genus : *Theobroma*
- Species : *Theobroma cacao*

Ekstrak biji kakao dapat berfungsi sebagai inhibitor korosi karena banyak mengandung senyawa flavonoid, diantaranya katekin dan flavonol. Senyawa-senyawa ini mampu membentuk senyawa kompleks dengan ion besi, karena adanya gugus-gugus fungsi yang mengandung gugus -O yang mampu membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan ion besi. Lapisan kompleks yang terbentuk akan terserap pada permukaan baja dan menjadi lapisan pelindung terhadap terjadinya korosi.

2. Katekin

Katekin adalah senyawa yang banyak terdapat dalam biji kakao. Menurut Hidayati (2009), katekin merupakan kelompok terbesar dari komponen daun teh. Dari hasil penelitian Subhashini (2010), katekin yang terkandung dalam kakao ternyata lebih besar dari katekin dalam teh. Ki Won (2000) dalam Subhashini (2010), juga melaporkan bahwa dari hasil analisa HPLC terlihat kandungan dari flavonoid dalam kakao lebih besar dari pada teh hijau seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Katekin dalam Teh dan Kakao

Flavonoids	Teh hijau (mg / serving)	Kakao (mg / serving)
Total Catechins	337	639.48
1. Epigallocatechingallate	104.4	140.16
2. Epigallocatechin	104.4	50.37
3. Epicatechin	75.2	405.88
4. Gallocatechingallate	18.4	-
5. Catechingallate	4.8	-
6. Epicatechingallate	-	43.07
Flavonols		
1. Myricetin	2.66	-
2. Quercetin	7.56	283.97
3. Kaemperol	5.96	-

Sumber: Subhashini, 2010

Sifat fisika dan kimia dari katekin (Hukmah, 2007) adalah:

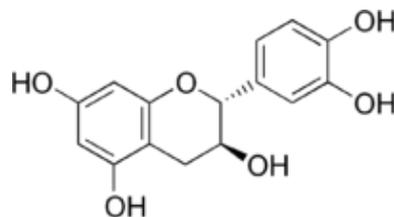
a. Sifat fisika

- 1) Warna : putih
- 2) Melting point : 104 – 106°C
- 3) Boiling point : 254°C
- 4) Tekanan uap : 1 mm Hg pada 75°C
- 5) Densitas uap 3,8 g/m³

- 6) Flash point : 137°C
- 7) Eksplosion limits : 1,97%

b. Sifat kimia

- 1) Rumus kimia $C_{15}H_{14}O_6$
- 2) Berfungsi sebagai antioksidan
- 3) Larut dalam air hangat
- 4) Stabil dalam kondisi agak asam atau netral (pH optimum 4–8)
- 5) Struktur katekin



Gambar 3. Struktur Katekin (Lucida, dkk, 2007)

Katekin adalah suatu senyawa alam metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan berkat gugus-gugus fenoliknya. Memiliki banyak gugus fenol, sehingga senyawa katekin sering disebut senyawa polifenol, dan istilah polifenol inilah yang banyak dikenal masyarakat.

Dari strukturnya, senyawa katekin tersebut mengandung pasangan elektron yang dapat didonorkan. Laju korosi pada baja dapat diturunkan dengan menggunakan katekin sebagai inhibitor korosi (Hussin & Kassim, 2011). Penurunan laju korosi ini dapat terjadi karena adanya penyerapan inhibitor pada permukaan logam.

E. Mikroskop Stereo

Mikroskop stereo merupakan jenis mikroskop yang hanya bisa digunakan untuk benda yang berukuran relatif besar. Mikroskop stereo mempunyai perbesaran 7 hingga 40 kali. Benda yang diamati dengan mikroskop ini dapat terlihat secara tiga dimensi. Komponen utama mikroskop stereo hampir sama dengan mikroskop cahaya. Lensa terdiri atas lensa okuler dan lensa obyektif. Beberapa perbedaan dengan mikroskop cahaya adalah:

1. Ruang ketajaman lensa mikroskop stereo jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mikroskop cahaya sehingga kita dapat melihat bentuk tiga dimensi benda yang diamati,
2. Sumber cahaya berasal dari atas sehingga obyek yang tebal dapat diamati.

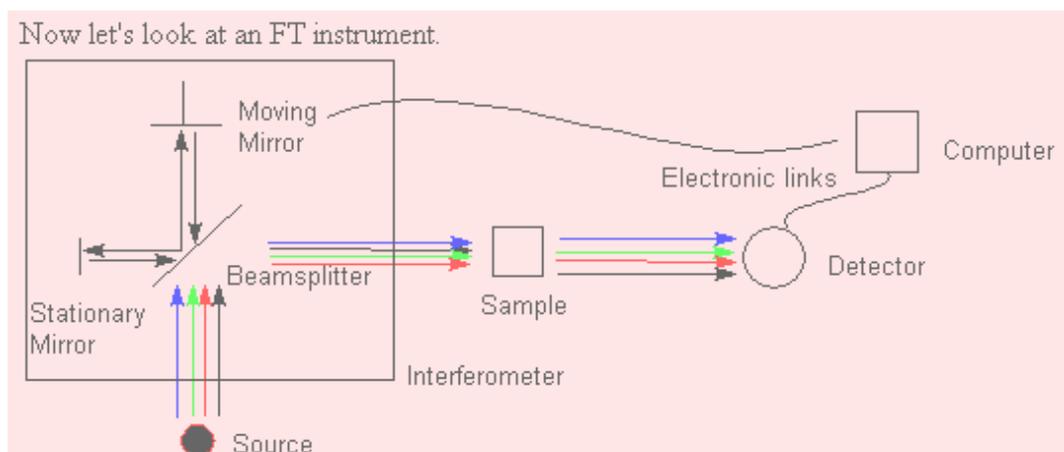
Perbesaran lensa okuler biasanya 10 kali, sedangkan lensa obyektif menggunakan sistem *zoom* dengan perbesaran antara 0,7 hingga 4 kali, sehingga perbesaran total obyek maksimal 40 kali. Pada bagian bawah mikroskop terdapat meja preparat. Pada daerah dekat lensa obyektif terdapat lampu yang dihubungkan dengan transformator. Pengatur fokus obyek terletak disamping tangkai mikroskop, sedangkan pengatur perbesaran terletak di atas pengatur fokus.

Mikroskop stereo memiliki lensa okuler (lensa cembung) yang digunakan untuk mengamati bagian dalam sel dan lensa objektif. Mikroskop ini adalah instrumen khusus yang menggunakan *polarizer* dan *analizer* untuk melihat spesimen di bawah cahaya terpolarisasi. Spesimen tersebut disinari

dengan cahaya terpolarisasi bidang dan rotasi cahaya, kemudian dianalisa (Safru, 2009).

F. Spektrofotometer FTIR

Sistem optik Spektrofotometer FTIR seperti pada gambar di bawah ini dilengkapi dengan cermin yang bergerak tegak lurus dan cermin yang diam. Dengan demikian radiasi infra merah akan menimbulkan perbedaan jarak yang ditempuh menuju cermin yang bergerak dan jarak cermin yang diam. Perbedaan jarak tempuh radiasi tersebut dinyatakan sebagai retardasi (δ). Hubungan antara intensitas radiasi IR yang diterima detektor terhadap retardasi disebut sebagai interferogram. Sedangkan sistem optik dari Spektrofotometer IR yang didasarkan atas bekerjanya interferometer disebut sebagai sistem optik *Fourier Transform Infra Red*.



Gambar 4. Sistem Optik FTIR

Pada sistem optik FTIR digunakan radiasi LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) yang berfungsi sebagai radiasi yang diinterferensikan dengan radiasi infra merah agar sinyal radiasi infra merah yang diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik.

Detektor yang digunakan dalam Spektrofotometer FTIR adalah TGS (*Tetra Glycerine Sulphate*) atau MCT (*Mercury Cadmium Telluride*). Detektor MCT lebih banyak digunakan karena memberikan respon yang lebih baik pada frekuensi modulasi tinggi, lebih sensitif, dan lebih cepat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Efisiensi inhibisi korosi baja oleh larutan ekstrak biji kakao dalam medium asam klorida didapatkan 76,21% pada perendaman selama 7 jam.
2. Karakterisasi permukaan baja menggunakan foto optik memperlihatkan perbedaan permukaan baja yang dilapisi dan tidak dilapisi ekstrak biji kakao.

B. Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk :

1. Mengisolasi katekin dari ekstrak biji kakao sehingga diperoleh katekin murni yang dapat digunakan sebagai inhibitor.
2. Mencari inhibitor organik lainnya dari bahan alam sebagai inhibitor korosi logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdim, 2007, Penentuan Efisiensi Inhibisi Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) Pada Reaksi Korosi Baja Dalam Larutan Asam, Jurnal Gradien Vol.3 No.2, 273-276.
- Dalimunthe, I.S., 2004, “Kimia dari Inhibitor Korosi”, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Fitriasih, S., 2009, “Studi Inhibisi Korosi Baja 304 dalam HCl 2 M dengan Inhibitor Campuran Asam Lemak Hasil Hidrolisa Minyak Biji Kapuk”, *Prosiding Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Fontana, M.G. 1987. *Corrosion Engineering*, edisi 2. Mc Graw-Hill Book Company. New York
- Gunawan, A. dan Harmami, 2009, “Studi Inhibisi Korosi Baja SS 304 dalam Media HCl 1 M dengan Isatin”, *Prosiding Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Haryono, G., Sugiarto, B., Farid, H. dan Tanoto, Y., 2010, “Ekstrak Bahan Alam sebagai Inhibitor Korosi”, *Prosiding Seminar Nasional*, (26 Januari 2010, Yogyakarta), UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Hidayati, N. 2009. “Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Daun Teh (*Camellia sinensis* L, v. *assamica*) Tua Hasil Ekstraksi menggunakan Pelarut Akuades dan Etanol”, *Skripsi*, UIN Malang, Malang, April 2009.
- Hukmah, S. 2007. “Aktivitas Antioksidan Katekin dari The Hijau (*Camellia sinensis* O.K var. *Assamica* Mast) Hasil Ekstraksi dengan Variasi Pelarut dan Suhu”, *Skripsi*, UIN Malang, Malang, Oktober 2007.
- Hussin, M.H., & Kassim, M.J. 2011. Electrichemical and Adsorption Studies of (+)- Catechin Hydrates as Natural Mild Steel Corrosion Inhibitor in 1 M HCl, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 6, 1396-1414
- Ilim dan Hermawan, B., 2008, “Studi Penggunaan Ekstrak Buah Lada (*Piper nigrum* Linn), Buah Pinang (*Areca catheu* Linn) dan Daun The (*Cammellia sinensis* L. Kuntze) sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak dalam Medium Air Laut Buatan yang Jenuh Gas CO₂”, *Prosiding Seminar Nasional*, (17-18 November 2008, Lampung), Universitas Lampung, Lampung.
- Indah, UR, Irmina KM, Didik Prasetyoko, 2010, “Optimasi Ekstraksi Zat Warna pada Kayu *Intsia bijuga* dengan Metode Pelarutan”. *Prosiding Tugas Akhir*, ITS.