

**PENGARUH WAKTU PERENDAMAN BAJA DENGAN EKSTRAK BUAH
PINANG DAN HCl TERHADAP LAJU KOROSI DAN POTENSIAL LOGAM**

SKRIPSI

*Diajukan kepada tim penguji Jurusan Fisika FMIPA UNP untuk memenuhi
sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Strata Satu (S-1)*



Oleh:

Mega Wahyuni

84157/2007

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2012

PERSETUJUAN SKRIPSI

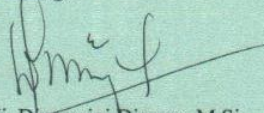
**PENGARUH WAKTU PERENDAMAN BAJA DENGAN EKSTRAK
BUAH PINANG DAN HCI TERHADAP LAJU KOROSI DAN
POTENSIAL LOGAM**

Nama : Mega Wahyuni
NIM : 84157
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

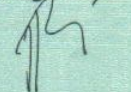
Padang, 16 Juli 2012

Disetujui Oleh

Pembimbing I


Dr. Hj. Djuismaini Djamas, M.Si
NIP. 19530309 198003 2 001

Pembimbing II


Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

PENGESAHAN

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas
Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Waktu Perendaman Baja
dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl
Terhadap Laju Korosi dan Potensial
Logam

Nama : Mega Wahyuni

NIM : 84157

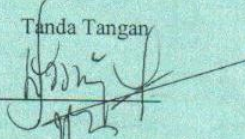
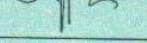
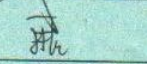
Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 16 Juli 2012

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Hj. Djusmaini Djamars, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si	3. 
4. Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	4. 
5. Anggota	: Fatni Mufit, S.Pd, M.Si	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, 16 Juli 2012

Yang Menyatakan,



Mega Wahyuni

ABSTRAK

Mega Wahyuni : Pengaruh Waktu Perendaman Baja dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl Terhadap Laju Korosi dan Potensial Logam

Ketahanan baja sangat terbatas dan rentan terhadap serangan korosi terutama dalam lingkungan asam dan air laut. Korosi tidak dapat dicegah tetapi lajunya dapat dikurangi. Salah satu cara yang paling efektif untuk mengurangi laju korosi yaitu penggunaan inhibitor organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengetahui nilai laju korosi dengan dan tanpa penambahan inhibitor organik pada lingkungan yang korosif, mengetahui efisiensi ekstrak buah pinang sebagai inhibitor organik dalam menghambat korosi, mengetahui pengaruh penambahan ekstrak buah pinang terhadap potensial logam pada lingkungan yang korosif.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan sampel baja ASSAB 760 yang merupakan baja karbon menengah. Perendaman baja dengan inhibitor melalui dua cara yaitu baja terlebih dahulu direndam dengan ekstrak buah pinang selama 24 jam, selanjutnya direndam dengan HCl (dengan inhibitor cara I). Baja direndam dengan HCl + ekstrak buah pinang (dengan inhibitor cara II). Variabel bebas adalah variasi waktu perendaman. Variabel terikat diantaranya laju korosi, efisiensi inhibitor, potensial. Variabel kontrol diantaranya jenis baja yang digunakan, konsentrasi HCl, konsentrasi inhibitor dan suhu. Dengan menggunakan metoda kehilangan berat (*Weight Loss*) didapatkan laju korosi dan efisiensi inhibitor. Potensial logam didapatkan dengan pengukuran langsung.

Dari hasil penelitian didapatkan perendaman baja dengan inhibitor cara I pada lingkungan asam memiliki efisiensi yang lebih tinggi daripada perendaman dengan inhibitor cara II. Dari keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak buah pinang merupakan inhibitor korosi yang efektif untuk baja di lingkungan asam, karena dapat menghambat laju korosi dengan efisiensi sebesar 61.31% - 74.56% pada perendaman 12 jam, 24 jam dan 36 jam. Begitu juga dengan nilai rata-rata potensial logam tertinggi pada perendaman cara I 0.32 volt, terendah 0.014. Pada perendaman cara II rata-rata potensial logam tertinggi 0.31 volt, terendah 0.07 volt. Begitu juga dengan nilai rata-rata potensial logam tertinggi pada perendaman cara I 0.32 volt, terendah 0.014. Pada perendaman cara II rata-rata potensial logam tertinggi 0.31 volt, terendah 0.07 volt.

Kata Kunci : *Baja karbon menengah, Ekstrak buah pinang, Inhibitor organik, Metoda kehilangan berat, Waktu perendaman.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sebagai sumber kekuatan hati dan peneguh iman sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Perendaman Baja dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl Terhadap Laju Korosi dan Potensial Logam”. Salawat dan salam diberikan kepada nabi Muhamad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat di alam semesta ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djasas, M.Si sebagai Dosen pembimbing I yang telah tulus dan ikhlas memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
2. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Dosen pembimbing II yang telah tulus dan ikhlas memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Yeni Darvina, M.Si, Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si dan Ibu Fatni Mufit M.Si sebagai Dosen Tim Penguji sekaligus Penasehat Akademik.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
6. Bapak/ Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Seluruh keluarga tercinta atas doa dan dorongan semangat yang diberikan.
8. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
9. Semua Senior, Junior dan teman-teman Fisika 2007 yang telah banyak membantu.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis yakin bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi kita.

Padang, Maret 2012

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN TEORI	8
A. Korosi	8
B. Inhibitor Korosi.....	20
C. Potensial Logam.....	22
D. Perhitungan Laju Korosi, Efisiensi Inhibitor dan Metoda <i>Weight Loss</i> ..	23
E. Pinang.....	26

BAB III METODA PENELITIAN.....	29
A. Jenis Penelitian.....	29
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
C. Metode yang digunakan.....	29
D. Alat dan Bahan.....	30
E. Variabel Penelitian	33
F. Prosedur Penelitian.....	34
G. Teknik Pengumpulan Data	39
H. Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
A. Deskripsi Data.....	42
B. Analisis Data.....	49
C. Pembahasan	56
BAB V PENUTUP	59
A. Kesimpulan	69
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

1. Konstanta laju korosi	25
2. Data rata-rata besaran fisika pada perendaman baja dengan inhibitor cara I.....	43
3. Data rata-rata besaran fisika terhadap baja yang direndam dengan HCl (tanpa inhibitor)	43
4. Data rata-rata besaran fisika pada perendaman baja dengan inhibitor cara II.....	44
5. Data rata-rata laju korosi dan efisiensi inhibitor	45
6. Data rata-rata laju korosi dan efisiensi inhibitor	46
7. Data rata-rata potensial logam	47
8. Data rata-rata potensial logam	48

DAFTAR GAMBAR

1. Variasi energi ionisasi unsur.....	11
2. Diagram tingkat energi Fe	13
3. Diagram <i>Pourbaix</i>	20
4. Struktur molekul a) asam galat, b) 3,4 flavanediol	28
5. Struktur kelat besi (III) dengan tanin	28
6. Timbangan Digital	30
7. <i>Rotary Evaporator</i>	31
8. Gelas ukur dan labu <i>Erlenmeyer</i>	31
9. Multimeter Digital.....	32
10. <i>Oven</i>	33
11. Baja ASSAB 760 yang sudah dipotong	32
12. Larutan ekstrak buah pinang.....	36
13. Pengukuran potensial logam pada larutan elektrolit	39
14. Grafik hubungan pengurangan berat logam terhadap waktu uji rendam pada perendaman inhibitor dan perendaman tanpa inhibitor.....	50
15. Grafik hubungan laju korosi logam terhadap waktu pada perendaman inhibitor dan perendaman tanpa inhibitor.....	51
16. Grafik hubungan efisiensi inhibitor I dan efisiensi inhibitor II	52

17. Grafik perubahan potensial logam terhadap waktu untuk perendaman dengan inhibitor cara I.....	53
18. Grafik perubahan potensial logam terhadap waktu untuk perendaman dengan inhibitor cara II	54
19. Grafik perubahan potensial logam terhadap waktu untuk perendaman tanpa inhibitor	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perubahan berat pada perendaman baja	63
2. Perubahan potensial logam pada perendaman baja	66
3. Pengolahan data laju korosi	69
4. Pengolahan data efisiensi inhibitor	77

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Dewasa ini penggunaan bahan material sangat besar dalam teknologi dan industri. Dalam kehidupan sehari-hari banyak peralatan yang digunakan terbuat dari logam. Salah satu logam yang banyak digunakan yaitu baja. Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan manusia, selain logam-logam lainnya seperti tembaga, emas, perak dan sebagainya. Ada beberapa hal yang membuat baja banyak digunakan oleh manusia, antara lain kelimpahan besi di alam sangat banyak, teknologi mengolahnya sudah sangat maju, mempunyai sifat mekanik (kekuatan, keuletan) yang memadai, harganya relatif murah, dan sebagainya (Suherman, 1987).

Baja merupakan suatu material padat yang terdiri dari campuran karbon besi dan unsur lain seperti silikon, mangan, fosfor, belerang dan sebagainya, sehingga membentuk suatu paduan. Berdasarkan kadar karbonnya baja dapat diklasifikasikan atas tiga jenis yaitu baja karbon rendah, baja karbon menengah, dan baja karbon tinggi. Baja juga merupakan jenis logam yang dapat mengalami kerusakan akibat proses alam yang disebut korosi (Widharto, 1999). Ketahanan baja sangat terbatas dan rentan terhadap serangan korosi terutama dalam lingkungan asam dan air laut. Karena korosi terjadi secara alami dan pasti terjadi, maka pengembangan metode pencegahan korosi logam dalam lingkungan tertentu

akan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan umur pakai (*lifetime*) pada material ini, sehingga kerugian akibat korosi dapat ditekan.

Korosi dikenal sebagai pengkaratan, merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi kimia dengan lingkungan. Lingkungan atau medium yang dimaksud dapat berupa air, udara, larutan asam, dan lain-lain. Fakta menunjukkan bahwa lingkungan yang paling banyak berinteraksi dengan logam adalah air, lingkungan yang mengandung ion Cl^- dan lingkungan asam. Lingkungan yang berinteraksi dengan material adalah faktor utama yang memicu terjadinya korosi sedangkan maksud dari kerusakan logam adalah berkurangnya nilai logam secara teknis dan penurunan kualitas logam yang dapat menyebabkan berkurangnya umur pakai (*lifetime*) dari logam.

Kerugian akibat korosi dapat menimbulkan dampak bagi kehidupan manusia. Dari bidang sosial, banyak kecelakaan seperti runtuhnya jembatan karena korosi yang terjadi pada bahan pembangun jembatan, bocornya pipa-pipa gas. Penggunaan teknik pengendalian korosi yang tepat dapat mengurangi kerugian akibat korosi. Departemen Perdagangan Amerika Serikat pada tahun 1982 melaporkan kerugian akibat korosi mencapai \$126 milyar per tahun. Saat ini nilai itu diperkirakan mencapai lebih dari \$200 milyar per tahun, sudah termasuk sekitar 30% lebih kerugian yang telah dapat dicegah dengan melakukan

pengendalian korosi yang tepat. Di Indonesia, nilai kerugian akibat korosi ini diperkirakan mencapai \$2 milyar per tahun.

Korosi tidak dapat dicegah tetapi lajunya dapat dikurangi. Korosi adalah suatu pokok bahasan yang menyangkut berbagai disiplin ilmu seperti fisika, kimia, metalurgi, elektrokimia, dan perekayasaan material. Berbagai cara telah dilakukan untuk menekan laju korosi diantaranya adalah pemakaian zat anti korosi (inhibitor). Penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mencegah korosi, karena biayanya yang relatif murah dan prosesnya yang sederhana. Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi lingkungan terhadap logam. Dengan penambahan inhibitor ini fasa-fasa stabil logam (baja) dan senyawanya dalam larutan dengan pelarut air, dapat di peta kan pada diagram potensial pH (*Pourbaix diagram*) yang berada dalam kesetimbangan termodinamika sebagai fungsi dari potensial elektroda dan pH larutan.

Inhibitor pada korosi logam terdapat dua jenis, yaitu anorganik dan organik. Fosfat, kromat, dikromat, silikat, borat, tungstat, molibdat dan arsenat adalah beberapa senyawa anorganik yang digunakan sebagai inhibitor pada korosi logam. Namun demikian, senyawa-senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang berbahaya, harganya yang relatif mahal, dan tidak ramah lingkungan. Selain inhibitor anorganik juga ada inhibitor organik. Inhibitor korosi logam yang paling

efektif adalah senyawa-senyawa organik (Stupnisek-Lisac, 2002). Inhibitor dari tumbuhan, yang sering digunakan biasanya berbentuk ekstrak. Bentuk ekstrak mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah mudah didapatkan dari bagian-bagian tanaman seperti biji, kulit, daun, dan batang.

Beberapa penelitian yang menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai penghambat korosi diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Fahmi Abdurahman (2010) menggunakan ekstrak ubi ungu, hasil penelitian menunjukkan ekstrak ubi ungu merupakan inhibitor korosi yang sangat efektif untuk baja karbon rendah di lingkungan asam kuat, karena dapat menghambat laju korosi secara signifikan dengan efisiensi sebesar 74.81% - 89.03% selama waktu uji rendam 3-7 hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ilim dan Beni Hermawan (2008) menggunakan ekstrak daun teh, buah pinang dan lada dalam medium air laut buatan yang jenuh gas CO₂. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga ekstrak tumbuhan tersebut dapat menurunkan laju korosi baja lunak. Ekstrak buah lada dengan konsentrasi 150 ppm dapat menurunkan laju korosi dari 1,0485 mmpy (millimeter per year) menjadi 0,2551 mmpy atau dapat memproteksi korosi sebesar 75,67 %. Ekstrak buah pinang dengan konsentrasi 100 ppm dapat memproteksi korosi sebesar 85,28 % sedangkan ekstrak daun teh dengan konsentrasi 100 ppm memproteksi korosi 67,69 %.

Dari contoh penelitian sebelumnya dapat dilihat buah pinang memiliki persen proteksi tinggi. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis menggunakan

ekstrak buah pinang (*Areca catechu L.*) sebagai penghambat korosi. Tanaman pinang adalah tanaman yang ramah lingkungan dan tidak beracun. Berdasarkan latar belakang diatas maka diangkatlah penelitian dengan judul **“Pengaruh Waktu Perendaman Baja dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl Terhadap Laju Korosi dan Potensial Logam “**.

B. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini penulis mengkaji tentang pengaruh waktu perendaman baja dengan ekstrak buah pinang dan HCl terhadap laju korosi dan potensial logam dengan variasi waktu perendaman 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam dan 60 jam. Proses perendaman ini dilakukan di dalam medium HCl 1 M.
2. Baja yang digunakan adalah baja karbon tipe ASSAB 760.
3. Untuk menghitung laju korosi dan efisiensi inhibitor digunakan metoda pengurangan massa (*Weight Loss*). Metoda *weight loss* yaitu metoda pengurangan massa baja sebelum dan sesudah direndam dalam dan tanpa inhibitor.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan suatu masalah penelitian sebagai berikut:

1. Berapakah nilai laju korosi dengan dan tanpa penambahan inhibitor organik pada lingkungan yang korosif ?
2. Berapakah efisiensi ekstrak buah pinang sebagai inhibitor organik dalam menghambat korosi?
3. Bagaimanakah pengaruh penambahan ekstrak buah pinang terhadap potensial logam di lingkungan yang korosif ?

D. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya untuk:

1. Mengetahui nilai laju korosi dengan dan tanpa penambahan inhibitor organik pada lingkungan yang korosif.
2. Mengetahui efisiensi ekstrak buah pinang sebagai inhibitor organik dalam menghambat korosi.
3. Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak buah pinang terhadap potensial logam pada lingkungan yang korosif.

E. Manfaaat penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Didapatkannya alternatif alami untuk mengurangi laju korosi logam.
2. Memenuhi kebutuhan industri dalam memperoleh baja yang lebih tahan korosi.
3. Memenuhi salah satu syarat dalam penulis menyelesaikan skripsi.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Korosi

Korosi atau dikenal sebagai pengkaratan merupakan suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi kimia dengan lingkungan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi suatu logam dapat terkorosi. Dua logam yang sama belum tentu mengalami kasus korosi yang sama pula pada lingkungan yang berbeda. Begitu juga dua logam pada kondisi lingkungan yang sama tetapi jenis materialnya berbeda, belum tentu mengalami korosi yang sama. Dari hal tersebut, maka dapat dikatakan bahwa 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. Faktor dari lingkungan meliputi suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif dan sebagainya.

Korosi pada baja karbon antara lain dipengaruhi oleh konsentrasi ion agresif, seperti ion klorida (Cl^-) dan ion sulfat (SO_4^{2-}). Konsentrasi ion klorida yang makin tinggi akan semakin meningkatkan kecenderungan terjadinya korosi. Penelitian tentang ketahanan korosi banyak menggunakan medium HCl, seperti

HCl 37% (*merk*) karena HCl jenis ini mudah didapatkan. Ion klorida kebanyakan bertindak sebagai ion triger atau ion agresif karena kemampuannya yaitu menghancurkan lapisan pasif pada permukaan baja karbon dan mempercepat laju korosinya. Selain itu, adanya ion sulfat juga mempengaruhi laju korosi, namun lebih kecil pengaruhnya dibandingkan ion klorida. Ion klorida bukan merupakan unsur alamiah yang terdapat dalam air, namun biasanya ditambahkan untuk mengontrol perkembangan organisme air. Ketika terlarut di dalam air, ion klorida akan berubah menjadi asam hipoklorit (HClO) dan asam klorida (HCl), yang akan menurunkan nilai pH.

1. Prinsip dasar korosi

Penurunan mutu logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia namun juga reaksi elektrokimia, yakni antara bahan-bahan tersebut terjadi perpindahan elektron. Karena elektron adalah sesuatu yang bermuatan negatif, maka perpindahannya menimbulkan arus listrik, sehingga reaksi demikian dipengaruhi oleh potensial listrik. Semakin tinggi potensial logam maka kecenderungan untuk terkorosi akan semakin berkurang.

Korosi secara elektrokimia dapat diilustrasikan dengan reaksi antar ion logam dengan molekul air. Mula-mula akan terjadi hidrolisis yang akan mengakibatkan keasaman meningkat (Trethewey, 1991). Hal ini dapat diterangkan dengan persamaan berikut :



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ teroksidasi membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$



Atau



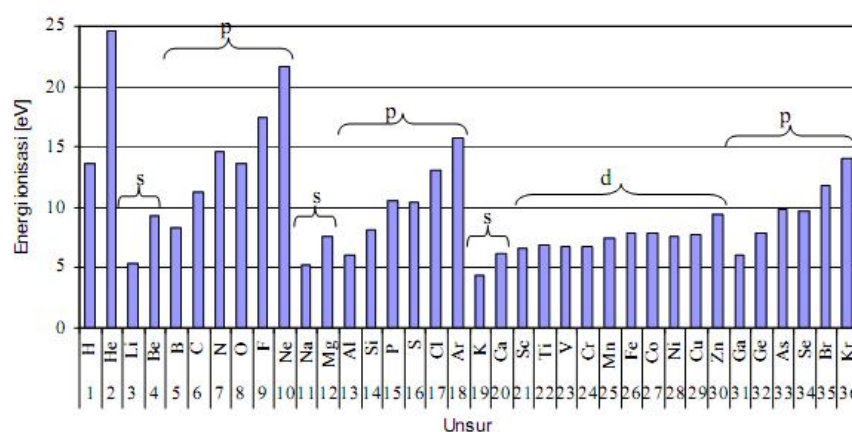
2. Sifat-Sifat Fisika Logam Fe

Pada proses korosi baja yang terkorosi adalah Fe, karena Fe adalah unsur yang paling dominan pada baja . Adapun struktur atom, konfigurasi dan sifat-sifat fisika logam Fe antara lain:

a. Energi Ionisasi

Energi ionisasi merupakan ukuran kestabilan konfigurasi elektron terluar suatu atom. Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari suatu atom yang berdiri sendiri. Dalam satu golongan, energi ionisasi semakin berkurang jika nomor atom atom bertambah. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kulit elektron, maka elektron pada kulit terluar berada semakin jauh dari inti.

Ini menyebabkan gaya tarikan ke inti semakin kecil dan elektron dengan mudah dapat dilepaskan. Makin besar energi ionisasi makin sukar bagi atom melepaskan elektron. Pada umumnya, energi ionisasi cenderung bertambah dari kiri ke kanan. Variasi energi beberapa unsur dapat dilihat pada Gambar 1.

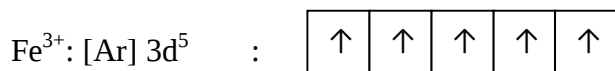
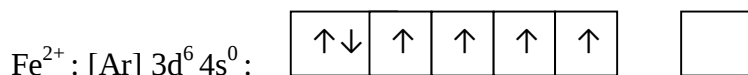
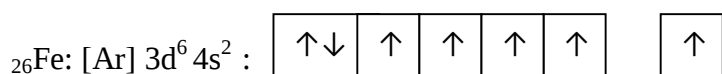


Gambar 1. Variasi energi ionisasi unsur (Sudaryatno S, Ning Utari)

Variasi energi ini terkait dengan struktur atom. Semakin tinggi energi ionisasi berarti makin sulit pelepasan elektron tersebut, yang berarti pula bahwa atom makin stabil. Pada proses korosi reaksi pertama yang terjadi adalah reaksi pelepasan elektron oleh atom Fe. Energi ionisasi atom Fe adalah 762.5 kJ/mol (www.wikipedia.com, diakses 26 januari 2012). $1\text{eV} = 96.48531\text{ kJmol}^{-1}$ jadi energi ionisasi pertama Fe adalah 7.903 eV.

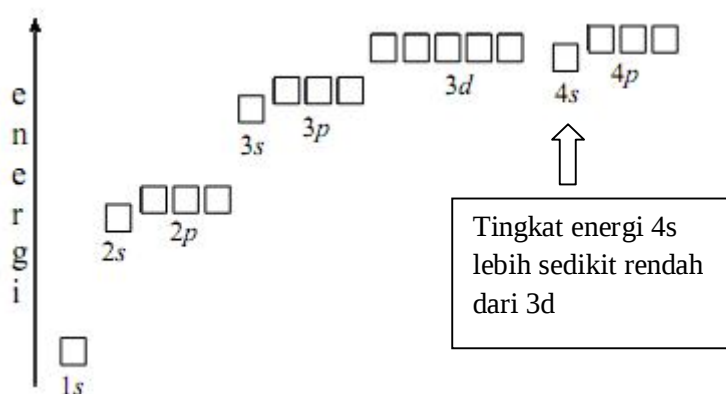
b. Aturan Hund

Apabila terdapat lebih dari satu orbital pada tingkat energi tertentu (seperti 3p atau 4d), hanya satu elektron yang akan mengisi tiap orbital sampai setiap orbital terisi oleh satu elektron, kemudian elektron akan mulai membentuk pasangan pada setiap orbital tadi. Pada umumnya elektron dalam atom tidak berpasangan jadi spinnya sejajar, prinsip ini dinamakan aturan Hund. Sub kulit 3d Fe hanya terisi sebagian, elektron dalam sub kulit tidak berpasangan sehingga momen magnetik spinnya saling tidak meniadakan. Pada Fe, lima dari enam elektron 3d mempunyai spin yang sejajar, sehingga setiap atom Fe memiliki momen magnetik resultan yang besar. Pada proses korosi Fe akan mengalami oksidasi menjadi Fe^{2+} , Fe^{3+} , dengan menggunakan Aturan Hund dapat diketahui hasil oksidasi Fe yang paling stabil.



c. Diagram Tingkat Energi

Angka-angka di depan huruf s menunjukkan tingkat energi ($n = 1, 2, 3$, dst), sedang huruf s itu sendiri adalah nama dari orbital, sesuai dengan status momentum sudut. Jadi 1s adalah orbital s pada tingkat energi yang pertama dan ini adalah satu-satunya orbital yang ada di tingkat energi yang pertama ini. Selanjutnya, 2s adalah orbital s pada tingkat energi yang kedua, namun ia bukan satu-satunya orbital; di tingkat energi yang kedua ini ada orbital lain yang disebut orbital p. Berikutnya, 3s adalah orbital s pada tingkat energi yang ketiga dan selain orbital s, pada tingkat energi ketiga ini ada orbital p dan orbital d. Diagram tingkat energi Fe dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram tingkat energi Fe (Sudaryatno S, Ning Utari)

Tingkat energi pertama adalah yang paling rendah, berturut-turut tingkat kedua, ketiga dan seterusnya. Orbital digambarkan dengan kotak-

kotak. Tingkat pertama hanya ada orbital 1s, di tingkat kedua ada 2s dan 2p, di tingkat ketiga 3s, 3p, dan 3d, di tingkat keempat 4s, 4p, 4d, 4f (4d dan 4f tak tergambar). Orbital p (2p, 3p, 4p) memiliki tiga kotak yang menunjukkan p_x , p_y , p_z , dan masing-masing kotak bisa diisi oleh 2 elektron dengan spin yang berlawanan. Dengan demikian tergambar bahwa orbital p mampu menampung 6 elektron. Orbital d digambarkan dengan lima kotak dan setiap kotak juga bisa menampung 2 elektron. Dengan demikian orbital d mampu menampung 10 elektron. Pada suatu tingkat energi tertentu, orbital s selalu sedikit lebih rendah dari orbital p. Oleh karena itu terdapat kecenderungan bahwa orbital s akan terisi elektron terlebih dulu sebelum pengisian elektron meningkat ke orbital p. Keganjilan terjadi pada perubahan tingkat energi ketiga ke tingkat keempat, tingkat energi 4s lebih rendah dari 3d. Hal ini terlihat pada konfigurasi Fe seperti diatas.

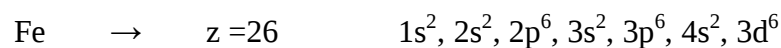
d. Hukum Slater

Hukum Slater diperkenalkan oleh J. C. Slater dimana isi Hukum Slater adalah:

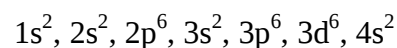
- 1) Untuk elektron dalam grup $[ns, np]$, elektron lain pada grup yang sama kontribusinya 0.35 kecuali untuk 1s kontribusinya 0.3 untuk mencari konstanta shielding

- 2) Masing-masing elektron pada grup n-1 kontribusinya 0.85.
- 3) Masing-masing elektron pada grup n-2 atau grup yang lebih rendah kontribusinya 1.0.
- 4) Untuk elektron pada grup [nd, nf], aturan a) dan b) sama dan lain dari pada itu kontribusinya 1.0.

Dengan menggunakan Hukum Slater dapat diketahui energi ionisasi Fe pada kulit 3d karena pada proses korosi Fe akan teroksidasi sampai pada kulit 3d. Untuk menentukan energi ionisasi dengan Hukum Slater pertama harus menentukan konstanta shielding (σ), dan masa efektif inti (Z^*). Dimana konstanta shielding adalah muatan yang memberi tolakan terhadap elektron yang terionisasi.



Energi ionisasi pada 3d



$$\text{Konstanta shielding } (\sigma) = n (\text{kulit}) \times \text{kontribusi} + 18 \times 1 \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Masa efektif } (Z^*) = z - \sigma \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Energi ionisasi} = \frac{E_{\text{hidrogen}} \times (Z^*)^2}{n^2} \dots \dots \dots (8)$$

Dengan menggunakan Persamaan 1, 2 dan 3 (Butler, Ian S & Harrod, John F. 1989) didapatkan nilai konstanta shielding Fe sebesar 19.75, massa efektif sebesar 6.25. Diketahui energi ionisasi I hidrogen adalah 13.6 eV, sehingga didapatkan energi ionisasi Fe pada kulit 3d adalah sebesar 59.028 eV.

3. Korosi pada Baja Karbon

Pada dasarnya baja adalah besi (Fe) dengan tambahan unsur karbon sampai dengan 1.67% (maksimal). Baja paduan merupakan suatu material padat yang terdiri dari campuran karbon besi dan unsur lain seperti Si, Mn, P, S dan sebagainya, sehingga membentuk suatu paduan. Menurut komposisinya baja diklasifikasikan menjadi dua yaitu baja paduan dan baja karbon (Fe_3C). Baja paduan dibagi menjadi tiga yaitu:

- 1) Baja paduan rendah, yaitu baja dengan bahan campuran (elemen bahan paduan) lebih kecil $\leq 2,5 \%$
- 2) Baja paduan menengah, yaitu baja dengan bahan campuran (elemen bahan paduan) $2,5 - 10 \%$
- 3) Baja paduan tinggi yaitu baja dengan bahan campuran lebih (elemen bahan paduan) $> 10\%$.

Berdasarkan kadar karbonnya baja dapat diklasifikasikan atas tiga jenis yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi.

- 1) Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*), adalah baja karbon yang sifatnya mudah ditempa, kadar karbonnya sebesar 0,05 – 0,3 %. Penggunaan kandungan karbon ini hanya digunakan untuk bodi mobil, bangunan, pipa, rantai, paku, dan lempengan kaleng.
- 2) Baja Karbon Sedang (*Medium karbon Steel*), adalah baja karbon dengan kadar karbonnya sebesar 0,3 – 0,5 %. Kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah, sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas dan dipotong. Baja jenis ini banyak digunakan untuk gigi roda mobil, roda kereta api dan engkol.
- 3) Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*), adalah baja yang kadar karbonnya sebesar 0,5 – 1,4 %. Biasanya digunakan untuk pembuatan palu, pisau, gergaji, kabel, dan bor. Sifat baja karbon tinggi yaitu sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong.

Baja karbon, paling banyak digunakan untuk material keteknikan, diperkirakan 85% dari produksi baja dunia. Walaupun terdapat keterbatasan terhadap ketahanan korosi, baja karbon banyak digunakan untuk aplikasi kelautan (maritim), nuklir, transportasi, proses kimia, industri perminyakan, refining, pipa saluran, konstruksi pertambangan dan peralatan proses logam. Baja karbon secara alami memiliki keterbatasan terhadap kandungan paduannya, biasanya di bawah 2% dari total penambahan. Namun, penambahan tersebut secara umum tidak menghasilkan perubahan terhadap ketahanan korosi. Terkecuali *weathering steel*,

dengan penambahan sedikit tembaga, krom, nikel, dan phosphor dapat mereduksi laju korosi pada lingkungan tertentu.

Baja merupakan material yang banyak digunakan untuk aplikasi pipa saluran air, khususnya baja karbon. Dengan adanya karbon, kekerasan dan kekuatan akan meningkat sehingga baja karbon digunakan karena memiliki sifat mekanis yang baik, mudah dibentuk atau difabrikasi dan harga yang relatif murah. Namun, baja terdiri dari beberapa fasa dan terdapat ketidakhomogenan pada permukaan, sehingga dapat menyebabkan korosi.

4. Termodinamika Korosi

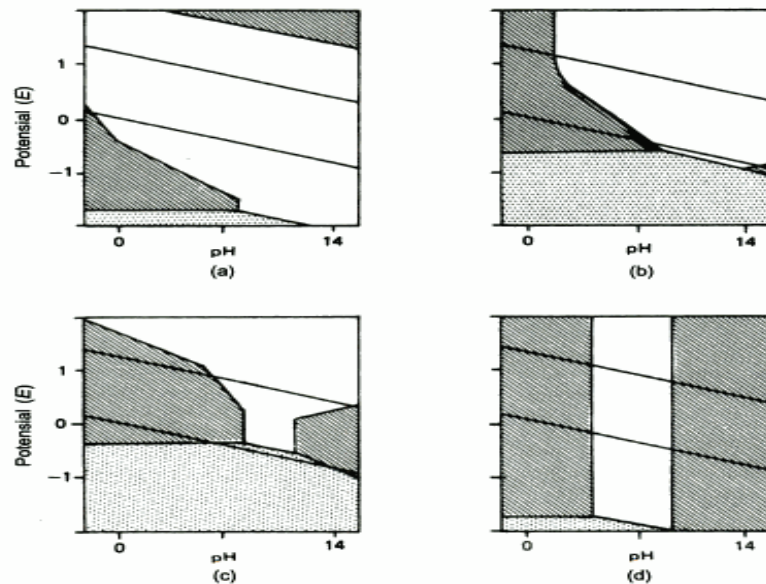
Dalam termodinamika, suatu sistem termodinamik disebut berada dalam kesetimbangan apabila sistem tersebut berada dalam keadaan setimbangan mekanis, setimbang termal dan setimbang secara kimia. Dalam kesetimbangan termodinamik tidak ada kecenderungan untuk terjadi perubahan keadaan baik untuk sistem maupun lingkungannya.

Kesetimbangan mekanis terjadi apabila tidak ada gaya yang tak berimbang di bagian dalam sistem, dan juga antara sistem dan lingkungannya. Dalam kesetimbangan termal, semua bagian sistem bertemperatur sama, dan sistem juga memiliki suhu yang sama dengan lingkungannya.

Sistem dalam kesetimbangan kimia juga tidak mengalami perpindahan materi dari satu bagian sistem ke bagian sistem lainnya, seperti difusi atau

pelarutan. Bila ketiga syarat kesetimbangan tersebut tidak dipenuhi, maka sistem termodinamik disebut berada dalam keadaan tidak setimbang. Begitu juga dengan proses korosi yang terjadi pada baja.

Diagram yang dapat menunjukkan suatu reaksi korosi terjadi secara termodinamika adalah diagram kesetimbangan E-pH atau biasa dikenal dengan *pourbaix diagram*. Diagram potensial-pH atau *pourbaix diagram* memetakan fasa-fasa stabil logam dan senyawanya dalam larutan dengan pelarut air, yang berada dalam kesetimbangan termodinamika sebagai fungsi dari potensial elektroda dan pH larutan. Dalam diagram potensial pH untuk besi terdapat zona korosi, yaitu daerah reaksi pelarutan besi yang terletak dalam daerah asam dan di daerah sempit pada kondisi sangat basa. Zona pasif, yaitu daerah terbentuknya selaput tak larut di permukaan logam yang menghalangi proses korosi lebih lanjut dan zona kebal yaitu daerah yang secara termodinamika keadaan logam dalam fasa paling stabil. Pengaruh inhibitor korosi juga akan menyebabkan baja menjadi lebih imun. Inhibitor korosi secara umum membentuk suatu lapisan tipis kompleks besi yang protektif sehingga dapat menghalangi air kontak dengan baja. Berikut ini adalah beberapa skema diagram *pourbaix* untuk logam.



Gambar 3. Diagram porbaix untuk a) Ti, b) Fe, c) Ni, d) Al. Daerah bewarna putih adalah daerah pasif, daerah yang diarsir gelap bersifat korosi dan daerah arsir terang adalah daerah imun. Garis miring mewakili batas atas dan batas bawah untuk pemakaian. (R.E Smallman & R.J Bishop, 1995)

B. Inhibitor Korosi

Secara umum suatu inhibitor adalah suatu zat yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak nampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang nampak dan melindungi

logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif.

Jenis-jenis inhibitor menurut bahan dasarnya dapat dibagi dua yaitu:

1) Inhibitor organik

Inhibitor organik bekerja dengan membentuk senyawa kompleks yang mengendap (adsorpsi) pada permukaan logam sebagai lapisan pelindung yang bersifat hidrofobik yang dapat menghambat reaksi logam tersebut dengan lingkungannya. Reaksi tersebut dapat berupa reaksi anodik, reaksi katodik, ataupun keduanya. Hal ini tergantung dari reaksi pada permukaan logam dan potensial logam tersebut. Selain fungsi utamanya tersebut, inhibitor organik juga dapat menetralkan konstituen korosif dan mengadsorpsi konstituen korosif tersebut. Bila ditambahkan dengan konsentrasi yang tepat, inhibitor dapat melindungi seluruh permukaan logam.

2) Inhibitor anorganik

Contohnya Fosfat, kromat, dikromat, silikat, borat, tungstat, molibdat dan arsenat adalah beberapa senyawa anorganik yang digunakan sebagai inhibitor pada korosi logam. Namun demikian, senyawa-senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang berbahaya, harganya yang relatif mahal, dan tidak ramah lingkungan.

Pada penelitian ini inhibitor yang digunakan adalah inhibitor organik yaitu inhibitor dari ekstrak buah pinang.

C. Potensial Logam

Jika suatu batang logam dicelupkan kedalam larutan akan timbul beda potensial antara batang logam dan larutan tersebut. Setiap logam memiliki potensial elektroda yang berbeda-beda. Jika dua sistem elektroda dihubungkan, akan terjadi arus listrik karena perpindahan elektron dari potensial elektroda besar ke potensial elektroda kecil.

Potensial adalah kemampuan benda dalam menolak muatan positif (menarik elektron). Beda potensial adalah selisih potensial antara dua titik. Beda potensial inilah yang menyebabkan terjadinya arus listrik. Beda potensial kedua ujung sumber tegangan disebut dengan GGL (gaya gerak listrik), yang lambangkan dengan E . Sedangkan satuan dari potensial ataupun beda potensial adalah volt yang disingkat V . Alat ukur beda potensial adalah voltmeter.

Alat untuk mengukur potensial logam adalah Elektroda Hidrogen Standar/*Standar Hydrogen Electrode* (SHE), karena alat ini jarang ditemukan maka dapat diganti dengan elektroda lain salah satunya elektroda Cu .

Potensial elektroda standar suatu elektroda adalah GGL (Gaya Gerak Listrik) suatu sel yang terdiri dari elektroda yang dicelupkan ke dalam larutan yang mengandung ionnya dan elektroda standar. Potensial elektroda standar suatu

logam adalah beda potensial antara elektroda hidrogen standar dengan setengah-sel yang terdapat logam tercelup dalam larutannya dengan konsentrasi 1 molar pada suhu kamar. Pada proses korosi logam dalam larutan elektrolit terdapat beda potensial antara logam dan larutan elektrolit sebagai lingkungannya. Pengukuran potensial logam menggunakan elektroda standar Cu, maka diperlukan persamaan agar potensial yang didapat adalah potensial vs SHE.

$$\text{Potensial (V) vs SHE} = \text{Potensial (V) vs Cu} + 0.337 \text{ volt} \dots\dots\dots(9)$$

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fahmi Abdurahman (2010) nilai potensial baja pada sistem yang terinhibisi lebih positif daripada nilai potensial baja pada sistem yang tidak terinhibisi setelah dilakukan proses pencelupan.

D. Perhitungan Laju Korosi, Efisiensi Inhibitor dan Metoda *Weight Loss*

Perhitungan laju korosi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui kecepatan suatu material untuk terkorosi, sehingga waktu material tersebut mulai terkorosi dapat diprediksi. Laju korosi merupakan kecepatan rata-rata perubahan ketebalan atau berat dari logam yang mengalami korosi terhadap waktu melalui proses elektrokimia (Trethewey, 1991). Efisiensi inhibitor merupakan kemampuan inhibitor untuk menghambat korosi. Selain itu, umur pakai (*lifetime*) material, mekanisme korosi material tersebut, evaluasi dan variasi

kontrol lingkungan untuk perlindungan material tersebut dapat dipelajari lebih lanjut.

Metoda pengurangan massa (*Weight loss*) merupakan salah satu metoda yang digunakan untuk menentukan laju korosi. Prinsip dasar pengujian ini yaitu dengan menghitung kehilangan massa yang terjadi pada suatu sampel yang telah ditimbang, kemudian direndam pada larutan selama beberapa waktu dan kemudian dilakukan pembersihan untuk membersihkan produk korosinya lalu ditimbang kembali sehingga didapatkan data massa sebelum dan sesudah perendaman. Perbedaan massa benda uji sebelum dan sesudah proses perendaman digunakan untuk menghitung laju korosi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CR = \frac{K.W}{D.A.t} \dots\dots\dots(10)$$

(Chodijah, Siti. 2008)

Ket: K = Konstanta

W = Kehilangan massa (gram)

D = Densitas (gram/cm³)

A = Luas permukaan (cm²)

t = Waktu (jam)

Dimana konstanta yang digunakan tergantung dari satuan yang akan digunakan, ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Konstanta laju korosi (Jawe, Madi, dkk. 2008)

SATUAN LAJU KOROSI	KONSTANTA
mils per year (mpy)	3.45×10^6
inches per year (ipy)	3.45×10^3
inches per month (ipm)	2.87×10^2
millimetres per year (mm/y)	8.76×10^7
micrometres per year ($\mu\text{m}/\text{y}$)	8.76×10^4
picometres per second (pm/s)	2.78×10^6
grams per square metre per hour (g/m ² .h)	$1.00 \times 10^4 \times D^A$
milligrams per square decimetre per day (mdd)	$2.40 \times 10^6 \times D^A$
micrograms per square metre per second ($\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$) ²	$2.78 \times 10^6 \times D^A$

Efisiensi inhibitor menunjukkan persentase penurunan laju korosi dengan adanya inhibitor dibandingkan dengan laju korosi bila tanpa inhibitor. Perhitungan efisiensi inhibitor menggunakan Persamaan 1.3. sebagai berikut :

$$Efisiensi\ Inhibitor = \frac{CRO - CRI}{CRO} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

(Abdurahman, Fahmi. 2010)

ket: C_{Ro} = Laju korosi tanpa inhibitor

C_{Ri} = Laju korosi dengan inhibitor

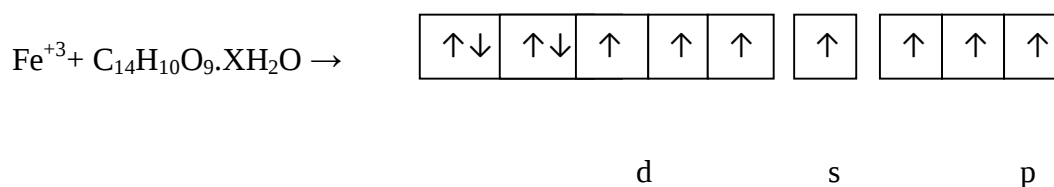
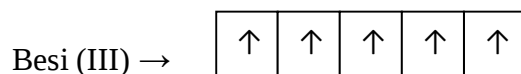
E. Pinang

Areca catechu L. (pinang) merupakan tanaman famili *Arecaceae* yang dapat mencapai tinggi 15-20 m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm. Buahnya berkecambah setelah 1,5 bulan dan 4 bulan kemudian mempunyai jambul daun-daun kecil yang belum terbuka. Pembentukan batang baru terjadi setelah 2 tahun dan berbuah pada umur 5-8 tahun tergantung keadaan tanah. Tanaman ini berbunga pada awal dan akhir musim hujan dan memiliki masa hidup 25-30 tahun. Biji buah berwarna kecoklatan sampai coklat kemerahan, agak berlekuk-lekuk dengan warna yang lebih muda. Pada bidang irisan biji tampak perisperm berwarna coklat tua dengan lipatan tidak beraturan menembus endosperm yang berwarna agak keputihan

Biji buah pinang mengandung 15% tanin ($C_{14}H_{10}O_9 \cdot XH_2O$), alkaloid, seperti arekolin ($C_8 H_{13} NO_2$), arekolidine, arekain, guvakolin, guvasine dan isoguvasine, flavan, senyawa fenolik, asam galat, getah, lignin. Nonaka (1989) menyebutkan bahwa biji buah pinang mengandung proantosianidin, yaitu suatu tanin terkondensasi yang termasuk dalam golongan flavonoid.

Kandungan tanin pada pinang dapat berpotensi menghambat korosi karena tanin dapat membentuk senyawa kompleks besi+tanin. Senyawa kompleks yang

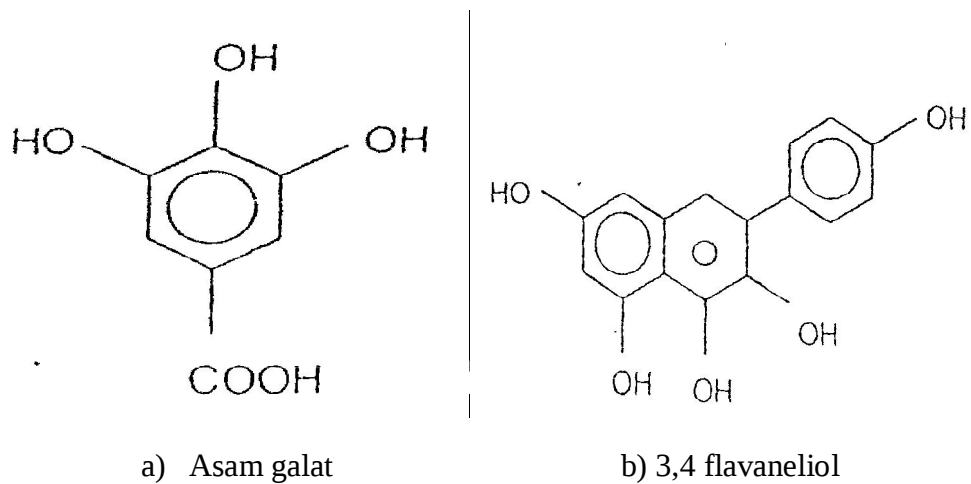
dibentuk oleh tanin nantinya akan melapisi logam dan berguna untuk menghambat korosi. Besi merupakan logam transisi, salah satu sifat unsur transisi adalah mempunyai kecenderungan untuk membentuk ion kompleks atau senyawa kompleks. Ion-ion dari besi memiliki orbital-orbital kosong yang dapat menerima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



Tanin disebut juga asam tanat atau asam gallotanat. Komponen dasar tanin adalah gula, asam galat dan flavonoid. Tanin dapat digolongkan atas dua jenis utama yaitu:

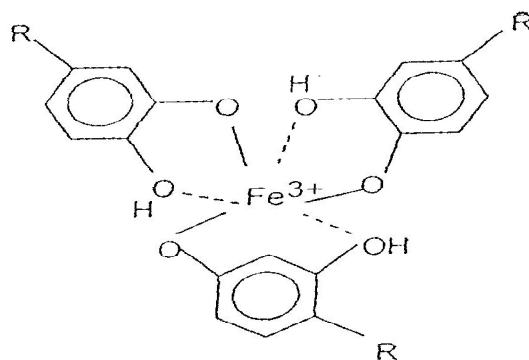
1. Tanin yang dapat terhidrolisis, yakni tanin yang mengalami hidrolisis dalam adanya asam atau enzim. Tanin ini mempunyai gugus asam galat.
2. Tanin terkondensasi, yakni tanin yang cenderung mengalami polimerisasi. Tanin ini mempunyai gugus flavonoid.

Struktur molekul dari tanin tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur molekul a) asam galat, b) 3,4 flavanediol

Struktur besi (III) dengan tanin diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur besi (III) dengan tanin

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian ini telah mengkaji tentang pengaruh waktu perendaman logam terhadap laju korosi dan potensial logam pada perendaman dengan inhibitor dan tanpa inhibitor. Dari pembahasan dan analisa grafik sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin bertambahnya waktu perendaman besar kehilangan berat baja juga meningkat sehingga nilai laju korosi pada perendaman baja dengan dan tanpa inhibitor pada lingkungan korosif juga meningkat seiring bertambahnya waktu perendaman karena W (berat yang hilang) berbanding lurus dengan T (waktu perendaman). Dari perbandingan variasi perendaman, perendaman tanpa inhibitor memiliki laju korosi yang paling cepat dari perendaman dengan inhibitor. Selanjutnya perendaman dengan inhibitor cara I memiliki laju korosi yang lebih kecil dari perendaman dengan inhibitor cara II.
2. Nilai efisiensi inhibitor paling tinggi pada perendaman dengan inhibitor cara I yaitu 74,56% dan perendaman inhibitor cara II paling tinggi nilai efisiensi inhibitorynya 72,33%. Dari data yang didapatkan bisa disimpulkan bahwa perendaman dengan inhibitor cara I lebih efektif dari perendaman dengan inhibitor II karena memiliki nilai efisiensi inhibitor yang lebih tinggi dan laju korosi yang terendah.

3. Adanya perendaman baja dengan inhibitor dan tanpa inhibitor dilingkungan korosif ternyata memiliki pengaruh terhadap potensial logam. Dari data yang didapatkan pada perendaman baja dengan inhibitor menyebabkan nilai potensial logam mengalami kenaikan dari nilai potensial awalnya berbeda dengan perendaman tanpa inhibitor. Perendaman tanpa inhibitor menyebabkan nilai potensial logam terus mengalami penurunan dari awal variasi perendaman 12 jam.

B. Saran

Dari hasil penelitian ini diharapkan agar dalam penelitian selanjutnya dapat mengkaji sifat-sifat korosi dengan metoda lain seperti metoda EIS yang dapat mengukur kerapatan arus korosi, tahanan larutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Fahmi. 2010. *Pengaruh waktu perendaman baja karbon Rendah dengan penambahan ekstrak ubi ungu Sebagai green corrosion inhibitor di lingkungan HCl 1M*. UI: Jakarta.
- Beiser, Athur. 1987. *Konsep Fisika Modern Edisi Keempat*. Erlangga: Jakarta
- Bundjali, Bunbun . 2004. *Konstruksi diagram potensial pH untuk baja karbon dalam buffer asetat secara potensiodinamik eksperimental*. ITB: bandung
- Butler, Ian S & Harrod, John F. 1989. *Inorganic Chemistry*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, inc: USA
- Chodijah, Siti. 2008. *Efek Penggunaan Pelapis*. UI: Jakarta.
- Dalimunthe, Indra Surya. 2004. *Kimia Dari Inhibitor Korosi*. FT: SumateraUtara.
- Fahrurrozie, Ali. 2010. *Efisiensi Inhibisi Cairan Ionik Turunan Imidazolin Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Larutan Elektrolit Jenuh Karbon Dioksida*. UPI: bandung.
- Fontana, M.G. 1987. *Corrosion Engineering*. 3rd ed Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Ilim & Hermawan, Beni. 2008. *Studi Penggunaan Ekstrak Buah Lada(Piper Nigrum Linn, Buah Pinang (Areca Cathecu Linn) dan Daun Teh (Cammellia Sinensis L. Kuntze) Sebagai Inhibitor Korosi Baja Lunak Dalam Medium Air Laut Buatan yang Jenuh Gas CO₂*. Universitas Lampung: Lampung
- Jawe, Madi, dkk. 2008. *The Extract of Purple Sweet Potato Decreases Blood and Liver MDA of MICE After Intense Physical Activity*. Laboratorium Farmakologi Universitas Udayana
- K.R. Trethewey and J. Chamberlin, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*. Alih Bahasa Alex Tri kantjono Widodo, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Lubena. 2001. *Teknik Korosi*. Modul kuliah universitas Jayabaya.
- Nonaka, G., 1989, *Isolation and structure elucidation of tannins, Pure & Appl. Chem*, 61 (3): 357-360.
- Nurfiyanda, Feri, dkk. 2010. *Inhibisi korosi baja SS 304 Dalam media H₂SO₄ Dengan Isatin*. ITS

- Popova, A, dkk. 2003. *AC and DC Study of The Temperature Effect on Mild Steel Corrosion in Acid Media in The Presence of Benzimidazole Derivatives*, Corrosion Science, 45, pp. 33-58.
- Smallman, R.E & Bishop, R.J. *Modern Physical Metallurgy & Materials Engineering 6th Edition*. Alih bahasa Ir. Sriati Djaprie, M. Met. *Metallurgi Fisik Modern Dan Rekayasa Material*. 2000. Erlangga
- Sudirman, Sudaryatno dan Utari, ning. *Sifat-Sifat Material*.
- Suherman, Wahid. 1987. *Perlakuan Panas*. Institut Teknologi 10 November Surabaya: Surabaya
- Stupnisek-Lisac, E., A. Gazivoda and M. Madzarac, 2002, *Evaluation of Non-Toxic Corrosion Inhibitors for Copper in Sulphuric Acid*. *Electrochim. Acta*, 47, 4189-4194.
- Triharto, Dandi Panggih. 2010. *Studi Ketahanan Korosi Material*. UI: Jakarta
- Widharto, Sri. 2001. *Karat dan Pencegahannya*. PT. Pradya Paramita: Jakarta.
- Wildani, Sri. 2008. *Pengaruh Ekstrak Daun Inai Terhadap Laju Korosi Baja Dengan Metode Pengurangan Berat*. Unand: Padang
- www.wikipedia.com. *Energi Ikat* .diakses 26 Januari 2012.