

**INHIBISI KOROSI BAJA OLEH EKSTRAK SERBUK GERGAJI KAYU
DALAM MEDIUM AIR LAUT**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai salah satu
persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh:

PUTRI HARTIKA
12867-2009

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

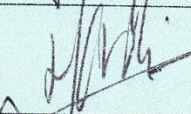
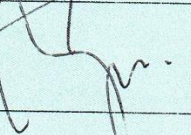
PENGESAHAN

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

Judul : Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air Laut
Nama : Putri Hartika
NIM/TM : 12867/2009
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 26 Juni 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Yermadesi, S.Pd. M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Hardeli, M.Si	2. 
3. Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si. Ph.D	3. 
4. Anggota	: Deski Beri, S.Si. M.Si	4. 
5. Anggota	: Hary Sanjaya, S.Si. 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, 26 Juni 2013

Yang Menyatakan,

Putri Hartika

ABSTRAK

Putri Hartika, 2013 : “Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air Laut”

Baja mendukung sektor pembangunan di Indonesia, seperti penggunaan baja untuk membangun kilang minyak, sistem pendingin produksi dan kapal laut. Air laut merupakan salah satu lingkungan yang korosif sehingga logam-logam yang berada di lingkungan air laut mudah terkorosi. Salah satu upaya untuk menurunkan laju korosi pada baja adalah penggunaan inhibitor organik seperti tanin, nikotin dan lignin. Serbuk gergaji kayu merupakan salah satu bahan alam yang mengandung lignin. Senyawa ini dapat membentuk kompleks dengan besi. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan ekstrak serbuk gergaji kayu sebagai inhibitor korosi baja dalam medium air laut. Serbuk gergaji kayu diekstrak dengan menggunakan metoda alkali. Laju korosi dan efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak serbuk gergaji kayu ditentukan dengan menggunakan metoda gravimetri, yaitu berdasarkan pengurangan berat baja sebelum dan sesudah korosi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa ekstrak serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi inhibisi korosi sebesar 38,8% pada konsentrasi ekstrak 30 ppm. Dari analisis permukaan baja menggunakan mikroskop stereo dengan pembesaran 40 kali, terlihat perbedaan permukaan baja yang dilapisi dan tidak dilapisi ekstrak serbuk gergaji kayu dalam medium air laut. Baja yang dilapisi lebih sedikit berkarat, daripada baja yang tidak dilapisi ekstrak serbuk gergaji kayu.

Kata kunci : Korosi baja, inhibitor organik, ekstrak serbuk gergaji kayu, air laut, metoda gravimetri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan berkah dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, dengan judul *“Inhibisi Korosi Baja Oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air Laut”*.

Pada penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yermadesi, S.Pd, M.Si sebagai dosen pembimbing I
2. Bapak Dr. Hardeli, M.Si sebagai dosen pembimbing II, sekaligus pembimbing akademik
3. Bapak Hary Sanjaya M.Si dan Bapak Deski Beri M.Si sebagai dosen penguji
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen penguji, sekaligus Ketua Prodi Kimia
5. Ibu Dra. Andromeda, M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Bapak/Ibu Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
7. Bapak/Ibu 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 doa yang tulus dan ikhlas dalam penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini telah dibuat sesuai dengan aturan penulisan yang telah ada dalam Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang tahun 2009. Namun, demi kesempurnaan skripsi ini penulis mengharapkan saran dan masukan dari pembaca. Atas saran dan masukan yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II. KERANGKA TEORI	5
A. Kajian Teori	5
B. Penelitian yang Relevan.....	19
BAB III. METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Sampel Penelitian.....	21
C. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	21
D. Prosedur Kerja.....	22
E. Analisis Data	24

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
A. Karakterisasi Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu	26
B. Penentuan Konsentrasi Optimum Pelapisan Baja oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air laut.....	30
C. Pengaruh Waktu Pelapisan Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu terhadap Laju Korosi Baja dalam Medium Air Laut	32
D. Efisiensi Inhibisi Korosi Baja oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air Laut.....	34
E. Karakterisasi Permukaan Baja ASSAB 760	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kandungan umum air laut.....	11
2. Sebagian struktur lignin yang terdiri dari 16 unit fenilpropana	17
3. Unit fenilpropana lignin	18
4. Perkiraan reaksi pembentukan senyawa kompleks besi (III) dengan lignin	18
5. Mikroskop Stereo	19
6. Spektrum UV-Vis ekstrak serbuk gergaji kayu	26
7. Spektrum UV lignin	27
8. Spektrum FTIR ekstrak serbuk gergaji kayu	28
9. Spektrum IR lignin	29
10. Kurva hubungan konsentrasi ekstrak serbuk gergaji kayu vs laju korosi baja dalam medium air laut dengan perendaman 24 jam	31
11. Kurva hubungan waktu perendaman vs laju korosi baja dalam medium air laut 1 s.d 5 hari.....	32
12. Kurva pengaruh konsentrasi terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium air laut.....	34
13. Kurva pengaruh waktu perendaman terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium air laut	35
14. a. Foto permukaan baja ASSAB 760 sebelum terkorosi.....	36
b. Foto permukaan baja ASSAB 760 setelah terkorosi dalam medium air laut dengan penambahan ekstrak serbuk gergaji kayu.....	36
c. Foto permukaan baja ASSAB 760 setelah terkorosi dalam medium air laut tanpa penambahan ekstrak serbuk gergaji kayu.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pita serapan penting infra merah lignin	29
2. Spektrum serapan ekstrak serbuk gergaji kayu.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir prosedur kerja.....	42
2. Data penentuan konsentrasi optimum pelapisan permukaan baja oleh ekstrak serbuk gergaji kayu	45
3. Contoh perhitungan laju korosi baja	46
4. Data pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi baja dalam medium air laut pada konsentrasi ekstrak serbuk gergaji kayu optimum..	46
5. Pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi baja dalam medium air laut.....	47
6. Data pengaruh ekstrak serbuk gergaji kayu terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium air laut	47
7. Contoh perhitungan efisiensi inhibisi korosi baja	48
8. Data pengaruh waktu perendaman terhadap efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium air laut	48

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Baja telah luas penggunaannya di Indonesia. Baja mendukung sektor pembangunan di Indonesia, seperti penggunaan baja untuk membangun gedung perkantoran, rumah, industri, serta penggunaan baja pada alat transportasi seperti kereta api dan kapal laut. Penggunaan baja pada lingkungan air laut, dapat membuatnya mudah terkorosi yang akan berdampak menurunnya fungsi bahan. Korosi merupakan suatu proses kimia yang menyebabkan penurunan mutu logam, karena adanya interaksi antara logam dengan lingkungan.

Lingkungan yang banyak mengandung garam seperti air laut akan menyebabkan korosi cepat terjadi. Hal ini disebabkan karena kandungan ion klorida (Cl^-) yang cukup tinggi dan mikrobakteri yang hidup di laut, sehingga akan memicu terjadinya reaksi oksidasi-reduksi (Krauss, 1994).

Banyaknya ketersediaan air laut, serta mudahnya dalam pemakaian dan pengambilan menjadikannya banyak dipakai oleh industri-industri untuk menyokong aktivitas produksi. Salah satu aplikasi yang digunakan yaitu untuk sistem konstruksi yang langsung berhubungan dengan air laut dan menyebabkannya mudah mengalami korosi seperti material logam yang terdapat pada kilang minyak, pelat lambung kapal, jembatan dan pipa di bawah laut. Korosi yang terjadi pada jembatan dapat menyebabkan jembatan rusak dan hilang kekuatannya, bila korosi terus berlangsung dapat menyebabkan jembatan roboh (Siagian, 2006).

Dengan dasar pengetahuan tentang elektrokimia proses korosi yang dapat menjelaskan mekanisme dari korosi, dapat dilakukan usaha-usaha untuk pencegahan terbentuknya korosi. Banyak cara sudah dilakukan untuk pencegahan terjadinya korosi, diantaranya dengan cara proteksi katodik, *coating*, dan penggunaan *chemical inhibitor* (Halimatuddahlia, 2003). Inhibitor yang banyak dikembangkan saat ini adalah inhibitor organik karena bersifat ekonomis dan tidak berbahaya atau non-toksik (Trethewey dan Camberlein, 1991).

Penggunaan inhibitor organik dapat mengurangi laju korosi suatu logam, khususnya penggunaan dalam media korosif air laut. Yermadesi dan Niko (2010) melaporkan bahwa ekstrak daun teh yang mengandung tanin dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi 85%. Dilenia (2011), menggunakan asam palmitat sebagai inhibitor korosi baja ASSAB 760 dalam medium air laut dan diperoleh inhibisinya 58,67%. Selain itu Habibi (2012) menjelaskan bahwa ekstrak biji kakao dapat memperlambat laju korosi baja dalam air laut dengan efisiensi inhibisi 46,11%.

Kayu merupakan sumber daya alam yang banyak terdapat di Indonesia yang berasal dari penebangan hutan. Hasil pengolahan kayu yang tidak berguna dalam proses produksi disebut juga dengan limbah. Adapun contoh limbah dari penggunaan kayu yaitu serbuk gergaji kayu dan limbah buangan hasil pulp.

Kayu mengandung komposisi kimia berupa selulosa, poliosa (hemiselulosa), lignin dan senyawa polimer minor sebagai pati dan senyawa pektin (Fengel dan Wegener, 1995). Pada lignin terdapat gugus-gugus fungsi yaitu metoksil, hidroksil fenol, benzil alkohol dan karbonil (Sjostrom, 1995).

Beberapa laporan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa logam transisi seperti Fe (Ibrahim et al, 2006) dan Co (Sippola, 2006) dapat membentuk kompleks dengan lignin. Sihombing (1996), menjelaskan bahwa Cu(II), Cd(II), Pb(II) dan Fe(III) dapat membentuk kompleks dengan lignin yang berasal dari limbah pembuatan pulp. Refi (2012) melaporkan bahwa serbuk gergaji kayu dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi pada baja ASSAB 760 dalam medium udara dengan efisiensi optimum 65,40%. Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul ***“Inhibisi Korosi Baja Oleh Ekstrak Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Air Laut”***.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh penambahan ekstrak serbuk gergaji kayu dalam medium air laut terhadap laju korosi baja?
2. Berapakah efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak serbuk gergaji kayu dalam medium air laut?
3. Bagaimana karakteristik permukaan baja yang dilapisi dan tidak dilapisi ekstrak serbuk gergaji kayu dalam medium air laut?

C. Batasan Masalah

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

1. Serbuk gergaji kayu yang digunakan berasal dari limbah usaha perabot di Padang.

2. Baja yang digunakan diperoleh dari PT.Tira Austenite Cabang Padang dengan kode ASSAB 760.
3. Penentuan laju korosi dan efisiensi inhibisi korosi baja dilakukan dengan menggunakan metoda gravimetri, yaitu metoda *weight loss* (pengurangan berat)

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memanfaatkan ekstrak serbuk gergaji kayu sebagai inhibitor korosi baja dalam medium air laut.
2. Memperoleh efisiensi inhibisi korosi baja oleh ekstrak serbuk gergaji kayu dalam medium air laut.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang penggunaan senyawa organik dari bahan alam sebagai inhibitor korosi logam. Khususnya baja dengan lignin dari serbuk gergaji kayu sehingga permasalahan-permasalahan korosi logam khususnya baja dapat dikurangi.

BAB II

KERANGKA TEORI

A. Kajian Teori

1. Korosi Pada Baja

a. 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). Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai gradenya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi (Wikipedia).

Menurut Hasnan (2006) klasifikasi baja menurut kandungan karbon dibedakan atas tiga macam yaitu :

1. Baja karbon rendah (*low carbon steel*)

Kandungan karbonnya sekitar 0,05 % - 0,30%. Sifat baja ini mudah ditempa dan mudah di mesin. Kandungan karbon 0,05 % - 0,20 % banyak digunakan untuk badan mobil, bangunan, pipa, rantai, paku, sekrup, sedangkan kandungan baja 0,20 % - 0,30 % digunakan pada gigi persneling, baut jembatan dan palang.

2. Baja karbon menengah (*medium carbon steel*)

Kadar karbonnya sebesar 0,3% -0,5%.Kekuatannya lebih tinggi daripada baja karbon rendah. Sifatnya sulit untuk dibengkokkan, dilas, dipotong.Kandungan karbon 0,30 % - 0,40 % banyakdigunakan untuk poros roda dan engkol. Kandungan karbon 0,40 % - 0,50 % digunakan pada rel, sekrup mobil, gigi roda mobil dan ketel uap.Kandungan karbon 0,50 % - 0,60 % digunakan untuk palu dan pengeretan.

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

Kadar karbonnya sebesar 0,60 % - 1,50 %.Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong.Banyak digunakan untuk palu, silinder, pisau, gergaji, pemotong, kabel dan bor.

Baja AASAB 760 merupakan tipe baja yang dipasarkan oleh perusahaan ASSAB. ASSAB merupakan singkatan dari Associated Swedish Steels AB adalahperusahaan pemasaran baja bermutu tinggi dari Swedia (Assab-Indonesia). Baja ASSAB 760 mempunyai komposisi 0,42-0,50% C, 0,50-0,80% Mn, 0,4% Si, 0,02-0,04% S. Banyak digunakan untuk rel, sekrup mobil, gigi roda mobil, baut, matras, perkakas tangan, pin dan lain-lain. Baja ini banyak digunakan karena tingkat kekerasan dan keuletan yang dihasilkan baik untuk pembuatan alat di atas dan harganya tidak terlalu mahal serta mudah diperoleh baik dalam bentuk persegi atau silinder (10 –500 mm)(Joedyanto, 2003).

b. Korosi

Korosi atau secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam di berbagai macam kondisi lingkungan.

Namun, jika dilihat dari sudut pandang ilmu kimia, korosi merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan (Ilim, 2008). Korosi yang 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, 1987).

Dalam peristiwa korosi terdapat dua unsur pokok yang saling berinteraksi yaitu logam atau material lain sebagai objek korosi dan lingkungan sebagai media korosifnya. Jenis lingkungan sebagai media korosif jika ditinjau dari bentuknya ada 3 macam, yaitu berbentuk cairan, gas atau uap air, dan garam-garaman. Sedangkan jika ditinjau dari sifatnya, media korosif dapat bersifat netral, basa, dan asam (Dhani, 2008).

Menurut Halimatuddahlia (2003) berdasarkan bentuknya, korosi dapat dibedakan menjadi:

1) *Uniform Corrosion*

Korosi yang terjadi pada permukaan logam yang berbentuk pengikisan permukaan logam secara merata sehingga ketebalan logam berkurang sebagai akibat permukaan terkonversi oleh produk karat yang biasanya terjadi pada peralatan-peralatan terbuka misalnya permukaan luar pipa.

2). *Pitting Corrosion*

Korosi yang berbentuk lubang-lubang pada permukaan logam karena hancurnya film dari proteksi logam yang disebabkan oleh rate korosi yang berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lainnya pada permukaan logam tersebut.

3). *Stress Corrosion Cracking*

Korosi berbentuk retak-retak yang tidak mudah dilihat, terbentuk di permukaan logam dan berusaha merembet ke dalam. Ini banyak terjadi pada logam-logam yang banyak mendapat tekanan. Hal ini disebabkan kombinasi dari tegangan tarik dan lingkungan yang korosif sehingga struktur logam melemah.

4). *Erosion Corrosion*

Korosi yang terjadi karena tercegahnya pembentukan film pelindung yang disebabkan oleh kecepatan alir fluida yang tinggi, misalnya abrasi pasir.

5). *Galvanic Corrosion*

Korosi yang terjadi karena terdapat hubungan antara dua logam yang disambung dan terdapat perbedaan potensial antara keduanya.

6). *Crevice Corrosion*

Korosi yang terjadi di sela-sela gasket, sambungan bertindih, sekrup atau kelingan yang terbentuk oleh kotoran-kotoran endapan atau timbul dari produk-produk karat.

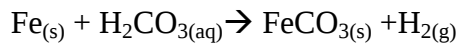
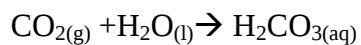
7). *Selective Leaching*

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

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi, antara lain (Halimatuddahlia, 2003) :

- a) Konsentrasi O_2 terlarut, meningkatnya kandungan oksigen yang terlarut akan menaikkan laju korosi.
- b) Karbondioksida CO_2 , jika karbondioksida dilarutkan dalam air maka akan terbentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang dapat menurunkan pH air dan meningkatkan korosifitas.

Reaksi korosinya secara umum yaitu:



$FeCO_{3(s)}$ inilah yang merupakan *corrosion product* yang dikenal sebagai *sweet corrosion*.

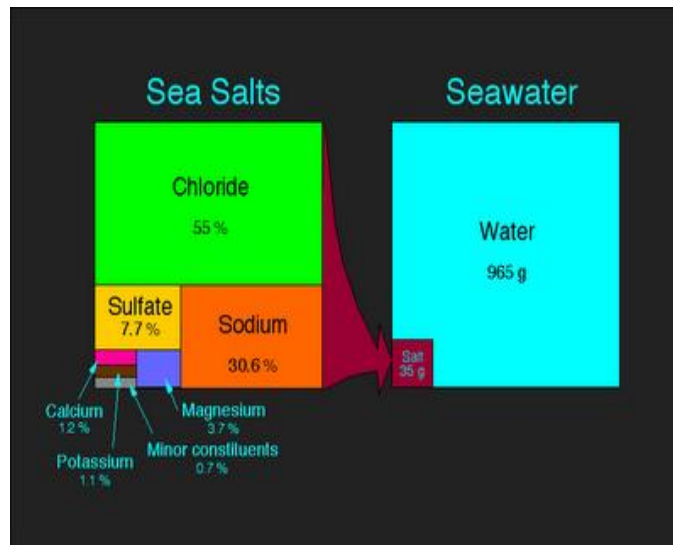
- c) Temperatur, penambahan temperatur umumnya menambah laju korosi walaupun kenyataannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperatur.
- d) pH, pH < 7 bersifat asam dan korosif, sedangkan untuk pH > 7 bersifat basa juga korosif. Tetapi untuk besi laju korosi rendah pada pH antara 7 sampai 13. Laju korosi akan meningkat pada pH < 7 dan pH > 13.

- e) Faktor bakteri pereduksi, adanya bakteri pereduksi sulfat akan mereduksi sulfat menjadi gas H_2S yang mana jika gas tersebut kontak dengan besi akan menimbulkan korosi.

2. Korosi pada Lingkungan Air Laut

Air laut adalah salah satu penyebab kegagalan pada struktur bangunan. Hal ini disebabkan kandungan sulfat dan ion klorida pada air laut yang bereaksi dengan unsur kimia pada baja tulangan sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan (Anggraini, 2011).

Salah satu lingkungan korosif adalah lingkungan air laut atau mengandung ion klorida (Priyotomo, 2007). Air laut umumnya mengandung klorida (55%), natrium (30,6%), sulfat (7,7%), magnesium (3,7%), kalsium (1,2%), kalium (1,1%), sisanya kurang dari 1% terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, stronsium dan florida. Ion klorida termasuk ion agresif yang dapat menyerang lapisan pasif baja dan meningkatkan laju korosi. Salah satu jenis korosi yang sering terjadi ketika baja berada di lingkungan air laut adalah korosi sumuran, hasil penelitian menyatakan bahwa salah satu penyebab terjadinya korosi sumuran adalah ion-ion Cl^- (Priyotomo, 2007).



Gambar 1. Kandungan umum air laut (Priyotomo, 2007)

Bila logam berkontak langsung dengan media-media yang mengandung ion-ion agresif seperti ion klor (Cl^-), ion flour (F^-), dan ion sulfat (SO_4^{2-}) maka akan mengakibatkan korosi sangat mudah terjadi (Febrianto, 2009). Faktor penting dalam lingkungan korosi adanya hujan, kabut atau pengembunan akibat kelembaban relatif yang tinggi. Lapisan tipis embun yang terbentuk dari kabut dan pengaruh kelembaban yang tinggi yang membasahi permukaan logam bisa mengakibatkan korosi. Selapis tipis air yang tidak kelihatan sudah cukup membuat suatu sel korosi yang baik. Laju atau tingkat keparahan suatu logam pada lingkungan korosi umumnya ditentukan konduktivitas elektrolit yang terlarut. Salah satunya yaitu lingkungan yang mengandung ion-ion klorida atau lingkungan laut (Priyotomo, 2007).

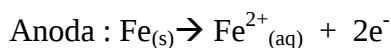
Tingginya kandungan klorida ini cukup merugikan industri-industri yang menggunakan air laut sebagai penyokong utama kinerja produksi. Pelat lambung kapal adalah bagian konstruksi yang pertama kali akan terkena korosi air laut yang mengakibatkan turunnya umur pakai kapal. Sedangkan pada sistem

konstruksi yang berhubungan langsung dengan air laut seperti *cooling system* sangat beresiko terkorosi. Pemilihan material diperlukan untuk mencegah terjadinya korosi pada lingkungan yang mengandung ion-ion agresif ini. Pada lingkungan laut dengan kadar ion klorida yang cukup tinggi, baja karbon rendah mengalami kegagalan material akibat korosi yang menyeluruh ke seluruh permukaan logam. Aplikasi baja karbon rendah di lingkungan dengan kadar ion klorida lebih dari 3% banyak di pakai pada *shipbuilding* dan *marine equipment* (Fontana, 1987).

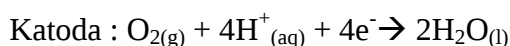
Proses terjadinya korosi pada lingkungan air laut dimulai dengan terlepasnya logam menjadi ion logam pada anoda. Reaksi terlarutnya logam di anoda pada bagian dasar logam akan diimbangi dengan reaksi reduksi pada permukaan logam. Bertambahnya konsentrasi ion Fe^+ tersebut menyebabkan masuknya ion klorida. Ion logam yang terbentuk dan klorida akan terhidrolisis oleh air membentuk besi hidroksida dan asam klorida. Asam klorida yang terbentuk akan meningkatkan keasaman dan menurunkan pH larutan, sehingga sangat memicu terjadinya korosi.

Mekanisme reaksi korosi pada lingkungan air laut sebagai berikut:

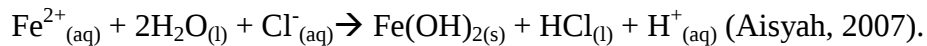
Proses korosi dalam medium air laut diawali dengan oksidasi Fe pada anoda menjadi Fe^{2+} dengan mekanisme reaksi sebagai berikut ini.



Pada saat bersamaan pada katoda terjadi reaksi reduksi yakni:

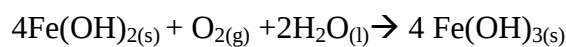


Adanya ion klorida dalam air laut dapat menyebabkan terjadinya hidrolisa kation sehingga asam semakin tinggi.

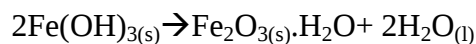


Asam klorida yang terbentuk akan meningkatkan keasaman dan menaikkan kadar korosi.

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ yang terbentuk merupakan hasil sementara yang belum stabil sehingga akan teroksidasi secara alami oleh udara dan air menjadi feri hidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$, sehingga mengalami mekanisme reaksi selanjutnya adalah:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang terbentuk akan terhidrasi menjadi $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})} \cdot \text{H}_2\text{O}$ yaitu:



$\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{s})} \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang terbentuk berwarna merah/coklat yang biasanya disebut karat (Pramudiyanto, 2010).

3. Pengendalian Korosi dengan Penggunaan Inhibitor

Inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat reaksi kimia. Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam lingkungan yang bersifat korosif dalam jumlah sedikit, dapat menurunkan laju penyerangan lingkungan itu terhadap suatu logam. (Dalimunthe, 2004).

Material inhibitor korosi terbagi 2, yaitu :

a. Inhibitor Organik

Inhibitor yang diperoleh dari hewan dan tumbuhan yang mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inhibitor organik antara lain:

- 1) Turunan asam lemak alifatik, yaitu: monoamine, diamine, amida, asetat, oleat, senyawa-senyawa amfoter.

2) Imdazolines dan derivatifnya

b. Inhibitor Anorganik

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 (Halimatuddahlana, 2003).

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 (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
- 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.

4. Ekstrak Serbuk Kayu Sebagai Inhibitor Korosi

a. Kayu

Kayu merupakan salah satu jenis komoditi hasil hutan yang banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, mulai dari bahan yang

sederhana (korek api) sampai kepada bahan yang mempunyai nilai jual tinggi (*furniture*, bahan interior kapal dan rumah serta bahan bangunan) (Umaniyah, 2010). Menurut ahli botani, kayu diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu:

- 1) Kayu lunak atau *Softwood* (*Gimnaspermae*)
- 2) Kayu keras atau *Hardwood* (*Angiospermae*)

Pada umumnya komponen kimia kayu daun maupun kayu jarum terdiri dari tiga golongan, yaitu:

- 1) Polisakarida, terdiri dari selulosa dan hemiselulosa
- 2) Lignin
- 3) Zat ekstraktif

Komposisi kimia untuk serat kayu jarum terdiri dari lignin $28 \pm 3\%$, selulosa $42 \pm 2\%$, hemiselulosa $27 \pm 2\%$ dan zat ekstraktif $3 \pm 2\%$. Sedangkan untuk serat kayu daun lebar terdiri dari lignin $20 \pm 4\%$, selulosa $45 \pm 2\%$, hemiselulosa $30 \pm 5\%$ dan zat ekstraktif $5 \pm 3\%$ (Sudrajat, 1997).

b. Lignin

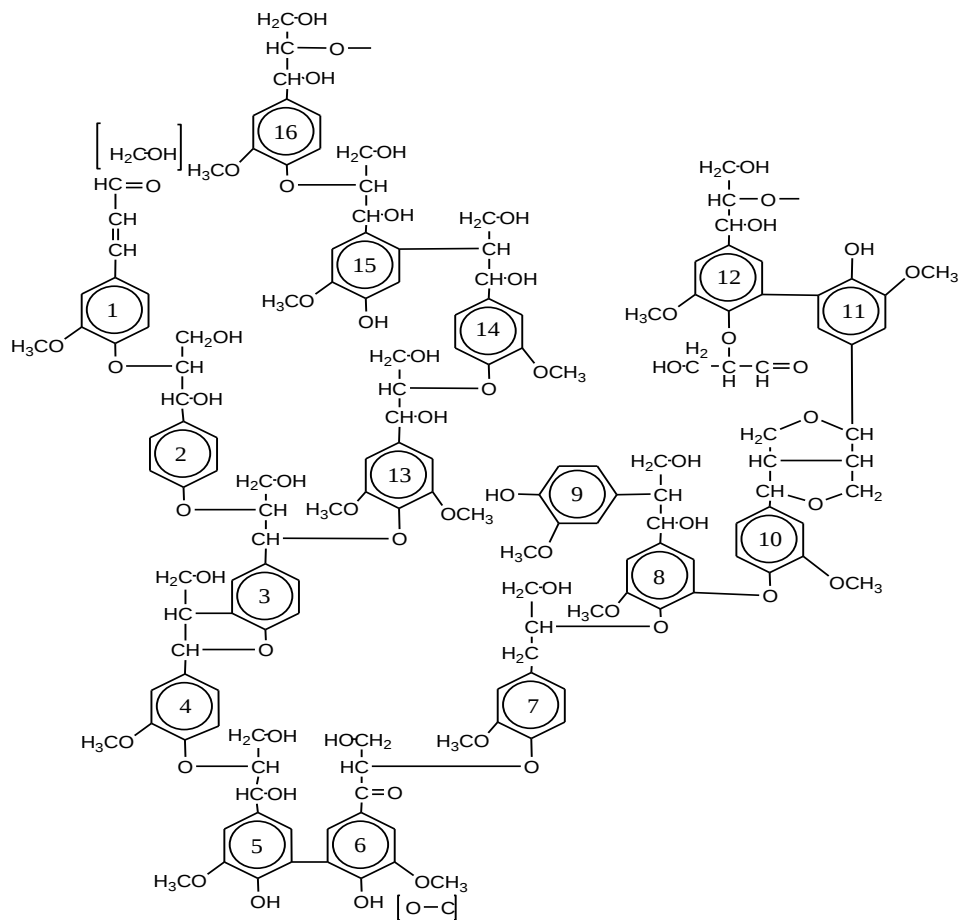
Lignin merupakan komponen makromolekul kayu ketiga (Fengel dan Wegener, 1995). Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana. Dalam kayu lunak kandungan lignin lebih banyak bila dibandingkan dalam kayu keras dan juga terdapat beberapa perbedaan struktur lignin dalam kayu lunak dan dalam kayu keras, dari segi morfologi lignin merupakan senyawa amorf yang terdapat dalam lamella tengah majemuk maupun

dalam dinding sekunder. Selama perkembangan sel, lignin dimasukkan sebagai komponen terakhir di dalam dinding sel, menembus di antara fibril-fibril sehingga memperkuat dinding (Fengel dan Wegener, 1995).

Dalam kebanyakan penggunaan kayu, lignin digunakan sebagai bagian integral kayu. Hanya dalam pembuatan pulp dan pengelantangan lignin dilepaskan dari kayu dalam bentuk terdegradasi dan berubah serta merupakan sumber karbon lebih dari 35 juta ton tiap tahun di seluruh dunia yang sangat potensial untuk keperluan kimia dan energi (Nainggolan, 2009). Lignin adalah biopolimer aromatik dengan berat molekul sangat besar yang terdapat pada kayu. Lignin terbentuk dengan penggabungan oksidatif unit-unit fenilpropana melalui mekanisme radikal. Lignin dapat dikomplekskan dengan logam sehingga meningkatkan kualitas kayu (Arofah, 2010)

Lignin yang diambil secara eksperimen atau yang diperoleh secara komersial berupa zat padat yang biasanya berbentuk serbuk berwarna coklat, mempunyai berat jenis 1,3 – 1,4 dan indeks bias 1,6. Dalam keadaan bebas lignin tidak larut dalam air, asam kuat maupun larutan hidrokarbon, ketaklarutannya dalam asam sulfat 72% adalah basis untuk tes dalam membedakannya dari selulosa dan karbohidrat lain dalam kayu dan pulp kayu (Suryaman, 1996).

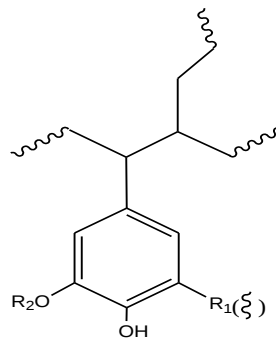
Pada struktur hipotetik lignin (Gambar 2) terdapat variasi gugus-gugus fungsi. Banyaknya gugus fungsi yang mengandung oksigen, seperti gugus metoksil, fenolik, benzil alkohol, benzil eter non siklik serta gugus karbonil memungkinkan lignin untuk bertindak sebagai ligan bagi logam-logam berat seperti Cu, Cd, Pb dan Fe (Sihombing, 1996).



Gambar 2. Sebagian struktur lignin yang terdiri dari 16 unit fenilpropana (Fengel dan Wegener, 1995)

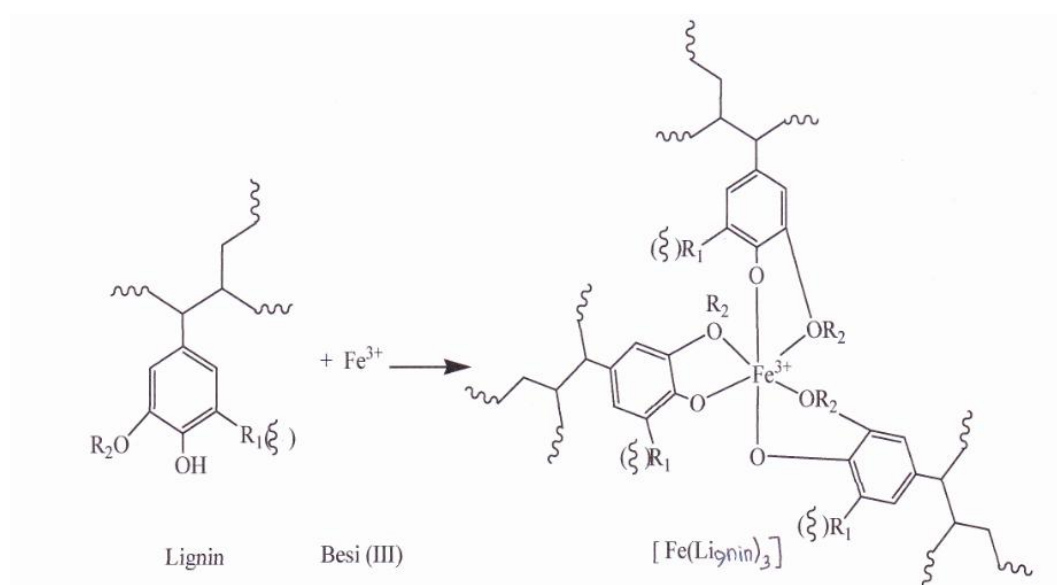
Bahri (2007) menjelaskan bahwa inhibitor adsorpsi adalah molekul-molekul organik rantai panjang dengan rantai samping teradsorpsi pada permukaan logam. Molekul-molekul berukuran besar ini dapat membatasi difusi O_2 ke permukaan logam atau memerangkap ion-ion logam di permukaan.

Lignin merupakan biopolimer yang salah satu unit penyusunnya adalah fenilpropana seperti pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Unit fenilpropana lignin: $R_1, R_2 = H, OCH, R_3 = H, CH, CH$, atau ikatan (ξ) yang ada pada unit-unit fenilpropana lain (Santoso dkk, 2004)

Perkiraan reaksi pembentukan senyawa kompleks lignin dengan besi adalah sebagai berikut ini.



Gambar 4. Perkiraan reaksi pembentukan senyawa kompleks besi (III) dengan lignin (Yeni, Refi 2012)

5. Mikroskop Stereo

Mikroskop merupakan alat optik untuk mengamati benda-benda yang sangat kecil yang terdiri dari satu atau lebih lensa yang memproduksi gambar yang diperbesar dari sebuah benda yang diletakkan pada bidang fokus dari lensa.

Mikroskop stereo merupakan jenis mikroskop yang hanya bisa digunakan untuk benda yang relatif besar yang dapat dilihat secara 3 dimensi. 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 *analyzer* untuk melihat spesimen di bawah cahaya terpolarisasi. Spesimen tersebut disinari dengan cahaya terpolarisasi bidang dan rotasi cahaya, kemudian dianalisa (Safru, 2009). Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Mikroskop Stereo

B. Penelitian yang Relevan

Pemanfaatan ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi baja telah banyak dilaporkan, diantaranya oleh; Yermadesi dan Umar, KN (2007) melaporkan bahwa ekstrak daun teh dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium asam sulfat dengan efisiensi inhibisi 76%; Yermadesi (2008, 2009, 2010) melaporkan bahwa ekstrak daun teh yang dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium

HCl, H₂SO₄ dan udara dengan efisiensi inhibisi berturut-turut 48,6%, 41% dan 59%; Yerimadesi dan Niko (2010) melaporkan bahwa ekstrak daun teh yang mengandung tanin dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi 85%; Yerimadesi, dkk (2012) melaporkan bahwa ekstrak daun tembakau yang mengandung nikotin dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium HCl 0,001 M dan udara dengan efisiensi berturut-turut 69,14% dan 37,75%.

Menurut Arofah (2010), lignin merupakan biopolimer aromatik dengan berat molekul sangat besar yang terdapat pada kayu, lignin terbentuk dengan penggabungan oksidatif unit-unit fenilpropana melalui mekanisme radikal. Banyaknya gugus fungsi yang mengandung oksigen, seperti gugus metoksil, fenolik, benzil alkohol, benzil eter non siklik serta gugus karbonil memungkinkan lignin untuk bertindak sebagai ligan bagi logam-logam berat seperti Cu, Cd, Pb, dan Fe (Sihombing, 1996). Refi (2012) melaporkan bahwa serbuk gergaji kayu yang mengandung lignin dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium udara dengan efisiensi 65,40%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Ekstrak serbuk gergaji kayu dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi baja.
2. Ekstrak serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi inhibisi korosi 38,80% pada konsentrasi optimum 30 ppm.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan:

1. Menggunakan lignin murni sebagai inhibitor korosi baja.
2. Mempelajari pengaruh suhu dan pH agar diperoleh kondisi optimal penggunaan inhibitor.
3. Membuktikan pembentukan kompleks besi-lignin pada permukaan baja dengan menggunakan FTIR.
4. Menggunakan metoda Tafel dan EIS untuk menentukan laju korosi baja.
5. Mempelajari pengaruh ekstrak serbuk gergaji kayu sebagai inhibitor korosi baja dalam medium korosif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. 2007. *Pengaruh Intuisi Air Laut Terhadap Ketahanan Korosi Wadah Gelas-Limbah dalam Penyimpanan Lestari*. Pusat Teknologi Limbah Radio Aktif-BATAN.
- Anggraini, Retno dkk. 2011. *Pengaruh Variasi Campuran dan Lama Perendaman Spesi dalam Air Laut Terhadap Kuat Tekan dan Kedalaman Intrusinya*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Arofah, V.A.M., dan Taslim, E. 2010. *Peningkatan Kualitas Kayu Instia Bijuga: Kajian Senyawa Lignin*. Prosiding Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Asdim. 2001. *Pengaruh senyawa n-alkilamina terhadap korosi baja dalam larutan asam sulfat*. Tesis. Padang: Universitas Andalas.
- Altwaig et.al. 2011. The role of extracted alkali lignin as corrosion inhibitor. *J. Mater. Environ. Sci.* 2 (3) (2011) 259-270.
- Bahri, S. 2007. *Penghambatan Korosi Baja Beton dalam Larutan Garam dan Asam dengan Menggunakan Campuran Senyawa Butilamina dan Oktilamin*. Jurnal Gradien Vo.3 No.1
- Dalimunthe, Indra Surya. 2004. *Kimia Dari Inhibitor Korosi*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Dhani. 2008. *Perlindungan Pipa Di Bawah Laut*. Department Of Ocean Engineering. Diakses Tanggal 15 Oktober 2012.
- Diyananda, Dzulfikar. "Studi Inhibisi Korosi Baja API-5L (ASTM A53) dalam Air Formasi (*Connate Water*) dengan Ekstrak Ubi Ungu (*Ipomea batatas*) Menggunakan Metode Polarisasi". Skripsi. Universitas Indonesia : Depok.
- Febrianto. 2009. "Analisis Fluktuasi Arus Korosi Saat Hancurnya Lapisan Pasif Dan Repasifikasi Oleh Ion Klorida". Prosiding Seminar Nasional Ke-15 Teknologi Dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir (17 Oktober 2009). Surakarta: BATAN.
- Fengel, D Dan G, Wegener. 1995. *Kayu; Kimia, Ultrastruktur Dan Reaksi-Reaksi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan Dari: Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions.
- Fontana, M.G. 1987. *Corrosion Engineering*, edisi 2. Mc Graw-Hill Book Company. New York.