

**PEMANFAATAN LIGNIN DARI SERBUK GERGAJI KAYU
SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA DALAM
MEDIUM NaCl**

SKRIPSI

diajukan guna memenuhi syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

YET SUDARSIH

16066-2010

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

2014

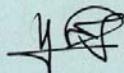
PERSETUJUAN SKRIPSI**PEMANFAATAN LIGNIN DARI SERBUK GERGAJI KAYU SEBAGAI
INHIBITOR KOROSI BAJA DALAM MEDIUM NaCl**

Nama : Yet Sudarsih
NIM/BP : 16066/2010
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Agustus 2014

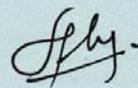
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Yermadesi, S.Pd, M.Si
NIP. 19740917 200312 2 001

Pembimbing II



Dra. Sri Benti Etika, M.Si
NIP.19620913 198803 2 002

PENGESAHAN

*Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Judul : Pemanfaatan Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu
Sebagai Inhibitor Korosi Baja dalam Medium NaCl

Nama : Yet Sudarsih

TM/NIM : 2010/16066

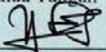
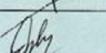
Program Studi : Kimia

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Agustus 2014

Tim Penguji

No. Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Yerimadesi, S.Pd, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	2. 
3. Anggota	: Dr. Hardeli, M.Si	3. 
4. Anggota	: Deski Beri, S.Si, M.Si	4. 

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, 13 Agustus 2014

Yang Menyatakan,

Yet Sudarsih

ABSTRAK

Yet Sudarsih, 2014 : “Pemanfaatan Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Inhibitor Korosi Baja dalam Medium NaCl”

Masalah korosi perlu mendapat perhatian serius di Indonesia. Hal ini disebabkan karena dua pertiga wilayah Indonesia terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan curah hujan dan kandungan senyawa klorida yang sangat tinggi serta kelembaban disekitar ambang kritis. Lingkungan ini sangat korosif sehingga dapat mempercepat terjadinya peristiwa korosi. Oleh sebab itu, korosi perlu diperlambat, salah satunya dengan penggunaan inhibitor organik yaitu lignin dari serbuk gergaji kayu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan efisiensi inhibisi korosi baja oleh lignin dari serbuk gergaji kayu serta menentukan analisis morfologi permukaan baja yang dilapisi lignin dan tidak dilapisi lignin dari serbuk gergaji kayu dalam medium NaCl 3.5%. Laju korosi ditentukan dengan metode *weight loss* yaitu dengan cara menghitung kehilangan berat baja sebelum dan sesudah korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lignin dari serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi pada baja dalam medium NaCl 3.5% dengan efisiensi tertinggi yaitu 47.94% pada perendaman selama 1 hari. Dari analisis permukaan baja dengan mikroskop optik menunjukkan bahwa permukaan baja lebih sedikit berkarat dibandingkan dengan tanpa adanya penambahan lignin dari serbuk gergaji kayu. Hal ini juga didukung oleh hasil *Scanning Electron Macroscopy (SEM)* yang menunjukkan bahwa permukaan baja dengan adanya inhibitor mengalami sedikit kerusakan dibandingkan dengan tanpa inhibitor.

Kata kunci : Korosi baja, lignin, serbuk gergaji kayu, NaCl, metoda gravimetric, *Scanning Electron Macroscopy (SEM)*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi 'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul "***Pemanfaatan Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Inhibitor Korosi Baja Dalam Medium NaCl***".

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan saran-saran dari berbagai pihak demi selesainya penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Yerimadesi, S.Pd, M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan banyak masukan dan sabar dalam membimbing penulis.
2. Ibu Dra.Sri Etika, M.Si sebagai dosen pembimbing akademis (PA) dan pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis.
3. Bapak Dr. Hardeli, M.Si dan Bapak Deski Beri, S.Si, M.Si sebagai dosen penguji.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Prodi Kimia.
5. Ibu Dra. Andromeda, M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNP
7. Bapak dan Ibu Staf Laboratorium Jurusan Kimia yang telah memberikan fasilitas penelitian.
8. Orang tua penulis yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat serta bantuan baik secara moril maupun material kepada penulis hingga skripsi ini selesai dengan baik.

9. Teman-teman yang telah memberikan semangat dan doa yang tulus dan ikhlas hingga skripsi ini selesai.

Semoga bimbingan dan bantuan yang Bapak dan Ibu berikan dapat menjadi amal kebaikan dan dibalas oleh Allah dengan pahala yang berlipat ganda hendaknya. Amiin.

Penulisan skripsi ini sudah mengikuti kaidah penulisan ilmiah dan peraturan penulisan skripsi UNP tahun 2010. Akan tetapi, demi sempurnanya penulisan skripsi ini ke depannya, kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Padang, 13 Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
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.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. KAJIAN TEORI	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Baja.....	6
2. Korosi.....	9
3. Korosi dalam Lingkungan NaCl.....	13
4. Pengendalian Korosi dengan Menggunakan Inhibitor.....	15
5. Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Inhibitor Korosi.....	18
B. Instrumen Penelitian.....	21
C. Penelitian yang Relevan.....	25
BAB III. METODE PENELITIAN	27
A. Jenis Penelitian, Waktu dan Tempat.....	27
B. Sampel Penelitian.....	27
C. Variabel Penelitian.....	27
D. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	27
E. Prosedur Kerja.....	28
F. Analisis Data.....	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Karakterisasi Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu.....	34
B. Penentuan Pengaruh Konsentrasi Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu dan Lignin Murni Terhadap Persen Kehilangan Berat Baja Dalam Medium Natrium Klorida.....	38
C. Penentuan Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Baja dalam Medium Natrium Klorida Dengan dan Tanpa Adanya Penambahan Lignin dari Serbuk Gergaji Kay.....	39
D. Efisiensi Inhibisi Korosi Baja oleh Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Natrium Klorida.....	40

E. Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Dan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Tanpa Inhibitor Korosi Baja Tanpa Dan Dengan Penambahan Lignin Dari Serbuk Gergaji Kayu.....	42
F. Penentuan Energi Aktivasi.....	44
G. Analisis Morfologi Permukaan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema sel Elektrokimia	9
2. Pengaruh ion Cl^- terhadap laju korosi.....	14
3. Sebagian struktur lignin yang terdiri dari 16 unit fenilpropana.....	21
4. Unit fenilpropana lignin : $R_1, R_2 = H, OCH, R_3 = H, CH, CH$, atau ikatan (ξ) yang ada pada unit-unit fenilpropana lain	21
5. Mikroskop stereo	24
6. Spektra Lignin a) Lignin isolat, b) Lignin murni.....	35
7. Spektrum UV-Vis Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu	36
8. Uji kualitatif lignin serbuk gergaji kayu dengan KLT.....	37
9. Grafik pengaruh konsentrasi lignin isolat terhadap persen kehilangan berat baja dalam medium natrium klorida	38
10. Kurva hubungan konsentrasi lignin serbuk gergaji kayu vs laju korosi baja dalam medium NaCl 3.5% dengan variasi waktu perendaman.....	39
11. Kurva hubungan waktu perendaman vs persen efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium NaCl 3.5% dengan variasi masing-masing konsentrasi	41
12. Kurva hubungan suhu perendaman vs laju korosi baja tanpa dan dengan adanya inhibitor dari serbuk gergaji kayu.....	43
13. Kurva hubungan suhu perendaman vs persen efisiensi inhibisi korosi baja oleh lignin dari serbuk gergaji kayu.....	44
14. Kurva Arrhenius $1/T$ vs $\log v$	44
15. Hasil foto optik permukaan baja dengan pembesaran 40x. a. Baja tanpa perlakuan, b. Baja direndam dengan NaCl 3.5% selama 1 hari, c. Baja direndam dalam dengan NaCl 3.5% ditambah lignin dari serbuk gergaji kayu sebanyak 15 ppm selama 1 hari.....	46
16. Morfologi Permukaan Baja ASSAB 760 dengan SEM	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia baja ASSAB 760.....	8
2. Daftar Frekuensi Serapan Inframerah Beberapa Gugus Fungsi.....	23
3. Spektrum serapan lignin isolat dari serbuk gergaji kayu	34
4. Nilai energi aktivasi tanpa dan dengan adanya penambahan lignin lignin dari serbuk gergaji kayu dan lignin murni	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir penelitian	56
2. Diagram alir prosedur kerja	57
3. Nilai Rf Lignin Hasil Uji dengan KLT	61
4. Cara Menentukan Kadar Lignin Isolat.....	62
5. Data Pengaruh Konsentrasi Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Persen Kehilangan berat baja dalam Medium Natrium Klorida dengan variasi waktu tertentu	63
6. Contoh Perhitungan Laju Korosi Baja.....	65
7. Data Pengaruh Waktu terhadap Laju Korosi Baja yang dilapisi dan tanpa dilapisi Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Larutan Natrium Klorida	66
8. Data Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi Baja dalam Larutan Natrium Klorida.....	68
9. Data Pengaruh Konsentrasi Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Dalam Medium Natrium Klorida	69
10. Contoh Perhitungan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja	70
11. Data Pengaruh Suhu Laju Korosi dan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Tanpa dan dengan Inhibitor Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu dalam Medium Natrium Klorida	71
12. Pengaruh Suhu Terhadap Laju Korosi Baja dalam Larutan Natrium Klorida	72
13. Data Pengaruh Suhu Terhadap Efisiensi Inhibisi Korosi Baja oleh Lignin Dalam Medium Natrium Klorida	73
14. Dokumentasi Kegiatan.....	74

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Baja sangat luas penggunaannya terutama dalam bidang industri, bangunan, dan transportasi. Baja pada bidang industri antara lain digunakan untuk pipa-pipa perminyakan dan penyulingan (produksi petroleum), pada bidang bangunan baja digunakan untuk pembuatan rumah, jembatan, gedung dan lain-lain. Penggunaan baja pada bidang transportasi antara lain untuk pembuatan kapal laut dan kereta api. Baja banyak digunakan karena mudah diperoleh, harganya murah dan bagus secara mekanik. Namun, baja mempunyai kelemahan yaitu mudah terkorosi.

Korosi merupakan salah satu proses kimia yang menyebabkan penurunan mutu logam, karena adanya interaksi antara logam dengan lingkungan (Risandi, 2012). Korosi pada logam sering menimbulkan dampak besar baik dari segi ekonomi, keamanan maupun lingkungan. Dari segi ekonomi, misalnya tingginya biaya perawatan, dari segi keamanan misalnya robohnya bangunan atau jembatan dan dari segi lingkungan misalnya adanya proses pengkaratan besi yang berasal dari berbagai konstruksi yang dapat mencemarkan lingkungan (Threthewey dkk, 1991).

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang banyak mengalami kerugian akibat korosi. Hal ini disebabkan karena sebagian besar wilayah Indonesia merupakan lautan dan terletak di daerah tropis dengan rata-rata kelembaban udara dan curah hujan relative tinggi. Lingkungan ini dikenal sangat korosif (Hadi, 2008).

Lingkungan korosif dapat berupa lingkungan asam, basa, dan garam, baik dalam bentuk senyawa anorganik maupun organik (Krauss, 1994). Pemanfaatan baja karbon di lingkungan garam dengan kadar ion klorida lebih dari 3% banyak dipakai pada bangunan kapal dan peralatan maritim, sehingga sangat berisiko mengalami korosi (Leonard, 2012). Menurut Asdim (2008) material-material logam di lapangan banyak berkontak dengan larutan garam seperti kontak antara baja di pelabuhan dengan air laut yang banyak mengandung garam, kontak antara material baja yang ada pada kapal dengan air laut, bahan-bahan material logam yang ada di sekitar pantai yang juga dapat mengalami korosi karena tingginya kandungan zat-zat korosif yang terdapat dalam air laut.

Berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi laju korosi, salah satunya dengan pemakaian inhibitor. Sejauh ini penggunaan inhibitor merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk memperlambat korosi, karena biayanya relatif murah dan prosesnya sederhana (Hermawan, 2007). Inhibitor yang saat ini banyak dikembangkan yaitu inhibitor organik, karena harganya murah, mudah didapat, tidak beracun, ramah lingkungan, dan *biodegradable* (mudah diuraikan oleh mikroorganisme) (Ebenso dkk, 2012).

Salah satu inhibitor organik yang saat ini dikembangkan yaitu lignin. Sumber lignin berasal dari kayu dan limbah *pulp*. Kayu merupakan hasil alam yang banyak terdapat di Indonesia. Penggunaan kayu yang banyak di Indonesia seharusnya juga diimbangi dengan pemanfaatan limbah dari kayu itu sendiri salah satunya berupa serbuk gergaji kayu. Limbah serbuk gergaji kayu salah satunya

berasal dari industri pengetaman yang jumlahnya semakin hari juga semakin bertambah (Fengel dan Wegener, 1995).

Secara umum, serbuk gergaji kayu mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa, dan zat ekstraktif (Sjoströöm, 1991). Senyawa lignin memiliki gugus fungsi seperti fenolik, hidroksil, karboksil, benzil alkohol, metoksil, dan aldehyd. Oleh karena itu, lignin dapat membentuk kompleks dengan logam. Kompleks yang terbentuk teradsorpsi pada permukaan logam, sehingga dapat menurunkan laju korosi (Alaneme dan Olesegun, 2012). Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Yerimadesi, dkk (2013) bahwa karakterisasi lignin dari serbuk gergaji kayu dengan FTIR, diperoleh bahwa lignin dari serbuk gergaji kayu mengandung gugus fungsi O-H, C=C alkena, C=C (aromatis), CH₂, C-O eter, dan C-H. Hal ini sesuai dengan kriteria bahan aktif yang dapat digunakan sebagai inhibitor korosi.

Refi (2012) melaporkan bahwa ekstrak serbuk gergaji kayu dapat dimanfaatkan sebagai inhibitor korosi baja dalam medium udara dengan efisiensi optimum 65,398 %. Kemudian Yerimadesi, dkk (2013) juga melaporkan bahwa lignin dari serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi inhibisi korosi sebesar 38,8% pada konsentrasi ekstrak 30 ppm. Maka, berdasarkan latar belakang di atas akan dilakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Lignin dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Inhibitor Korosi Baja Dalam Medium NaCl”.

B. Rumusan Masalah

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

1. berapakah efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium NaCl oleh lignin dari serbuk gergaji kayu?
2. bagaimana analisis morfologi permukaan baja yang dilapisi dan tidak dilapisi lignin dari serbuk gergaji kayu dalam medium NaCl ?

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 daerah Lubuk Buaya, Padang.
2. Baja yang digunakan diperoleh dari PT.Tira Austenite Cabang Padang dengan kode ASSAB 760.
3. Medium korosif yang digunakan yaitu larutan NaCl 3.5%.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. menentukan efisiensi inhibisi korosi baja dalam medium NaCl oleh lignin dari serbuk gergaji kayu.
2. menentukan dan menganalisis morfologi permukaan baja yang dilapisi lignin dan tidak dilapisi lignin dari serbuk gergaji kayu dalam medium NaCl.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang penggunaan senyawa organik dari bahan alam khususnya lignin dari serbuk gergaji kayu sebagai inhibitor korosi baja dalam medium NaCl.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Baja

Baja merupakan paduan besi dengan kadar karbon kurang dari 2%. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi (Wikipedia, 2014). Secara garis besar ada 2 jenis baja, yaitu: baja karbon (*carbon steel*) dan baja paduan (*alloy steel*)

a. Baja Karbon (*carbon steel*)

Baja karbon merupakan jenis baja dengan kandungan utamanya unsur karbon dan sedikit silikon, belerang serta fosfor. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon dibagi menjadi baja dengan kadar karbon rendah ($< 0,2\% \text{ C}$), baja dengan kadar karbon sedang ($0,1\%-0,5\% \text{ C}$), dan baja dengan kadar karbon tinggi ($> 0,5\% \text{ C}$). Kadar karbon yang terdapat di dalam baja akan mempengaruhi kuat tarik, kekerasan dan keuletan baja. Semakin tinggi kadar karbonnya, maka kuat tarik dan kekerasan baja semakin meningkat tetapi keuletannya cenderung turun (Riyadi dan Amelia, 2005).

Penggunaan baja karbon antara lain sebagai baja konstruksi atau baja profil, baja tulangan untuk beton dengan kadar karbon 0,10%-0,50%. Selain itu, baja karbon juga digunakan untuk baja/kawat pra tekan dengan kadar karbon hingga 0,90% (Riyadi dan Amelia, 2005).

b. Baja Paduan (*alloy steel*)

Baja paduan merupakan paduan logam Fe yang telah ditambahkan unsur-unsur lain secara khusus. Unsur yang paling banyak di gunakan untuk baja paduan, yaitu Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb dan Zr. Tujuan dilakukannya penambahan unsur lain yaitu: untuk menaikkan sifat mekanik baja (kekerasan, keliatan, kekuatan tarik, dan sebagainya), untuk meningkatkan daya tahan terhadap reaksi kimia (oksidasi dan reduksi), serta untuk menaikkan sifat mekanik pada temperatur rendah.

Munurut Hasnan (2006) berdasarkan kadar elemen paduan yang dimiliki, baja diklasifikasikan sebagai baja paduan rendah (jika elemen paduannya $\geq 2,5\%$), baja paduan menengah (jika elemen paduannya 2,5-10%), dan baja paduan tinggi (jika elemen paduannya $>10\%$).

Sedangkan, tipe-tipe baja berdasarkan kandungan logam, yaitu terdiri dari baja krom, baja mangan, baja nikel-krom, baja Wolfram dan baja tahan karat(stainless steel). Adapun masing-masingnya dijelaskan sebagai berikut ini.

- 1) Baja krom : baja yang mengandung 12% logam krom (Cr).
- 2) Baja mangan : paduan logam Fe dengan logam Mn (13%), logam Cr (1%), dan unsur karbon (1%)
- 3) Baja nikel-krom : paduan logam Fe dengan logam Ni (3%), logam Cr (9,15%) dan unsur C (0,4%).

- 4) Baja Wolfram (tungsten) : paduan logam Fe dengan W (5%) dan unsur C (0,5%).
- 5) Baja tahan karat (stainless steel), memiliki banyak jenis, umumnya merupakan baja dengan kandungan logam Cr (10-25%), unsur C (0,1-0,7%) dan kadang-kadang sejumlah kecil logam Ni dan Nb.

Berdasarkan jenis baja diatas, maka baja ASSAB 760 termasuk jenis baja karbon menengah dengan kadar karbon yaitu 0,5%. Adapun komposisi kimia baja ASSAB 760 dapat dilihat seperti Tabel 1. Baja ASSAB 760 merupakan tipe baja yang dipasarkan oleh perusahaan ASSAB (Associated Swedish Steels AB). Perusahaan ini memasarkan baja bermutu tinggi dari Swedia (ASSAB-Indonesia).

Tabel 1
Komposisi kimia Baja ASSAB 760

Unsur	Fe	C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	S	P
Komposisi (%)	96,32	0,5	0,63	0,63	0,63	0,8	0,4	0,045	0,045

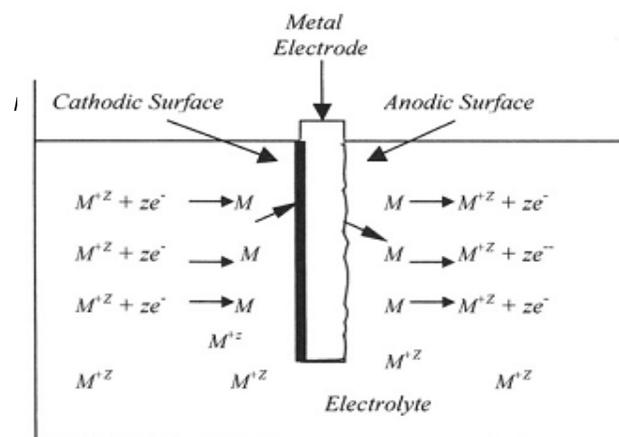
Sumber : PT.Tira Austenite, 2013

Baja ASSAB 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).

2. Korosi

Korosi merupakan degradasi atau penurunan mutu logam akibat reaksi kimia suatu logam dengan lingkungannya. Secara umum definisi dari korosi adalah suatu proses kimia atau reaksi elektrokimia yang menyebabkan transfer elektron logam ke lingkungan sehingga terjadi perubahan bilangan oksidasi logam dari nol (*zero*) menjadi bernilai positif (z). Lingkungan tersebut dapat berupa cair, gas atau padat-cair. Lingkungan ini disebut juga dengan elektrolit (Perez, 2004). Suatu elektrolit analog dengan larutan konduktif yaitu larutan yang mengandung ion yang bermuatan positif dan negatif atau disebut juga dengan kation dan anion.

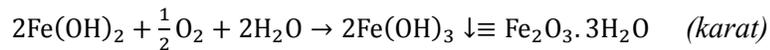
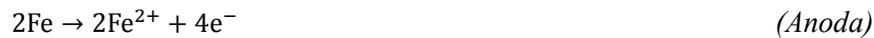
Proses korosi dapat terjadi secara kimia di alam atau dapat juga secara elektrokimia karena adanya aliran arus listrik. Untuk berlangsungnya reaksi ini, dibutuhkan paling sedikit dua reaksi yang harus terjadi pada lingkungan korosif. Dua reaksi tersebut yaitu reaksi anodik dan katodik. Adapun proses terjadinya reaksi korosi dalam sel elektrokimia dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1
Skema sel elektrokimia (Perez, 2004)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa logam mengalami reaksi oksidasi pada daerah anodik dan reduksi pada daerah katodik. Pada reaksi oksidasi, logam berubah menjadi ionnya. Pada sistem yang berair (elektrolit) ion logam akan melarut dan sewaktu-waktu dapat mengendap sebagai garam atau hidroksidanya (Trethewey et al, 1991). Proses inilah yang disebut dengan korosi.

Adapun reaksi pembentukan karat secara umum adalah sebagai berikut (Perez, 2004):



Berdasarkan reaksi yang terjadi dapat dijelaskan proses berlangsungnya korosi besi. Pada peristiwa ini besi melarut pada bagian anoda dan ion Fe^{2+} berdifusi melalui air (elektrolit) ke bagian katoda dan mengendap sebagai $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Selanjutnya besi (II) hidroksida ini dioksidasi oleh O_2 dalam air membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (Achmad, 2001). Ion besi (III) inilah yang kemudian membentuk senyawa oksida terhidrasi yaitu karat besi.

Secara umum, ada beberapa tipe dari korosi diantaranya adalah sebagai berikut ini (Sidiq, 2013).

- 1) korosi seragam (*Uniform Corrosion*). Korosi seragam terjadi akibat serangan merata pada seluruh permukaan logam yang terekspos pada lingkungan korosif
- 2) korosi galvanik. Korosi galvanik terjadi apabila dua logam yang berbeda tersambung melalui elektrolit sehingga salah satu dari logam tersebut akan terserang korosi sedang lainnya terlindungi dari korosi. Pada kejadian ini material yang memiliki potensial reduksi yang lebih negatif yang akan mengalami korosi.
- 3) korosi celah. Mirip dengan korosi galvanik, dengan pengecualian pada perbedaan konsentrasi media korosifnya. Celah atau ketidak teraturan permukaan lainnya seperti baut, *washer*, gasket, deposit dan sebagainya, yang bersentuhan dengan media korosif dapat menyebabkan korosi terlokalisasi
- 4) korosi sumuran. Korosi sumuran terjadi karena adanya serangan korosi lokal pada permukaan logam sehingga membentuk cekungan atau lubang pada permukaan logam. Korosi logam pada baja tahan karat terjadi karena rusaknya lapisan pelindung (*passive film*).
- 5) retak pengaruh lingkungan (*environmentally induced cracking*). Merupakan patah getas dari logam paduan ulet yang beroperasi di lingkungan yang menyebabkan terjadinya korosi seragam. Ada tiga jenis perpatahan pada kelompok ini, yaitu : *stress corrosion*

cracking(SSC), *corrosion fatigue cracking* (CFC), dan *hydrogen-induced cracking* (HIC).

- 6) kerusakan akibat hidrogen (*Hydrogen damage*). Kerusakan ini disebabkan karena serangan hidrogen yaitu reaksi antara hidrogen dengan karbida pada baja dan membentuk metana sehingga menyebabkan terjadinya rongga, atau retak pada permukaan logam.
- 7) korosi batas butir (*intergranular corrosion*). Korosi yang menyerang pada batas butir akibat adanya segregasi dari unsur pasif seperti krom meninggalkan batas butir sehingga pada batas butir bersifat anodik.
- 8) *dealloying*. *Dealloying* adalah lepasnya unsur-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari logam paduan, sebagai contoh : lepasnya unsur seng atau Zn pada kuningan (Cu-Zn) dan dikenal dengan istilah *densification*.
- 9) korosi erosi. Korosi erosi disebabkan oleh kombinasi fluida korosif dan kecepatan aliran yang tinggi. Bagian fluida yang kecepatan alirannya rendah akan mengalami laju korosi rendah, sedangkan fluida kecepatan tinggi menyebabkan terjadinya erosi dan dapat menggerus lapisan pelindung sehingga mempercepat korosi.
- 10) korosi aliran (*Flow Induced Corrosion*). Korosi aliran adalah peningkatan laju korosi yang disebabkan oleh turbulensi fluida dan perpindahan massa akibat aliran fluida di atas permukaan logam.

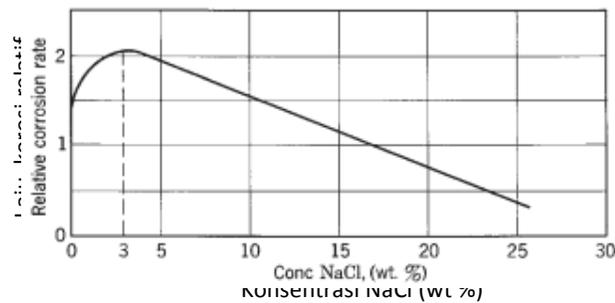
Laju korosi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu (Halimatuddahlia, 2003) :

- 1) konsentrasi O_2 terlarut, meningkatnya kandungan oksigen yang terlarut akan menaikkan laju korosi
- 2) 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: $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2CO_{3(aq)}$ kemudian $Fe_{(s)} + H_2CO_{3(aq)} \rightarrow FeCO_{3(s)} + H_{2(g)}$. Hasil $FeCO_{3(s)}$ inilah yang merupakan corrosion produk yang dikenal sebagai *sweet corrosion*,
- 3) temperatur, penambahan temperatur umumnya menambah laju korosi walaupun kenyataannya kelarutan oksigen berkurang dengan meningkatnya temperature
- 4) 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.

3. Korosi dalam lingkungan NaCl 3,5%

Korosi baja karbon bergantung pada komposisi anion-anion dalam larutan elektrolit. Dalam larutan yang mengandung ion klorida (Cl^-) perilaku korosi baja karbon dipengaruhi oleh pH, konsentrasi ion dan pengaruh suhu yang dapat mempengaruhi potensial korosi (Perez, 2004).

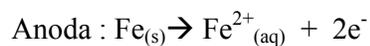
Menurut Revie dan Uhlig (2008) kelarutan oksigen dalam air untuk terjadinya proses korosi berada pada konsentrasi ion Cl^- 3%. Pada konsentrasi NaCl sebesar 3-3.5% berat laju korosi mencapai titik tertinggi seperti pada Gambar 2.



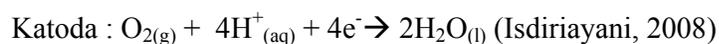
Gambar 2
Pengaruh ion Cl^- terhadap laju korosi (Revie dan Uhlig, 2008)

Dalam larutan garam akan terurai menjadi anion dan kation pembentuknya Na^+ dan Cl^- . Ion-ion tersebut akan menjadikan larutan yang mampu menghantarkan arus listrik yang mengalir dalam larutan tersebut. Hal ini mengakibatkan nilai konduktifitas dari larutan garam akan sebanding dengan konsentrasi garam terlarut dalam larutan tersebut. Larutan dengan konduktifitas yang baik akan mengakibatkan reaksi korosi berlangsung dengan cepat sehingga akan meningkatkan laju korosi.

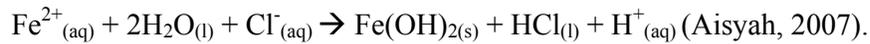
Proses korosi dalam lingkungan NaCl 3.5% diawali dengan oksidasi Fe pada anoda menjadi Fe^{2+} dengan mekanisme reaksi sebagai berikut ini.



Pada saat bersamaan pada katoda terjadi reaksi reduksi yakni:

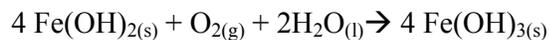


Adanya ion klorida dalam medium NaCl dapat menyebabkan terjadinya hidrolisa kation sehingga asam semakin tinggi.



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

Menurut Pramudiyanto (2010), $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yaitu:



$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang terbentuk berwarna merah/coklat yang biasanya disebut karat.

4. Pengendalian Korosi dengan Penggunaan Inhibitor

Inhibitor korosi didefinisikan sebagai suatu zat yang apabila ditambahkan dalam jumlah yang sedikit ke dalam lingkungan akan menurunkan serangan korosi terhadap struktur baja (Ludiana dan Handani, 2012). Penggunaan inhibitor merupakan metoda yang paling murah dan universal untuk proteksi logam. Inhibitor dapat digunakan secara individu atau dikombinasi dengan metoda proteksi lain; seperti pencatan, proteksi katodik dan lain-lain (Ilim dkk, 2007).

Inhibitor korosi dapat berasal dari senyawa anorganik, organik atau campurannya. Inhibitor anorganik bersifat toksik dan karsinogenik, sehingga penggunaannya tidak aman untuk lingkungan dan kesehatan (Petchiammal dkk, 2013). Sedangkan inhibitor organik tidak bersifat toksik maupun karsinogenik, relatif mudah didapat dan *biodegradable* (mudah diuraikan oleh mikroorganisme) (Fouda dan Badr, 2013).

Berdasarkan mekanisme kerjanya, inhibitor korosi dapat dibedakan sebagai berikut ini (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 konstituen yang agresif dari lingkungannya.

Sedangkan, berdasarkan jenisnya inhibitor korosi dapat dibagi sebagai berikut ini (Dalimunthe, 2004).

1) Inhibitor anodik

Inhibitor yang menurunkan laju reaksi di anodik dengan cara meningkatkan polarisasi anoda melalui reaksi dengan ion-ion logam untuk menghasilkan selaput-selaput pasif tipis berupa lapisan-lapisan garam yang kemudian menyelimuti permukaan logam.

2) Inhibitor katodik

Inhibitor yang berpengaruh terhadap reaksi di katoda. Inhibitor bereaksi dengan ion hidroksil untuk mengendapkan senyawa-senyawa yang tidak dapat larut ke permukaan katoda, sehingga menyelimuti katoda dari elektrolit sehingga oksigen dapat dicegah untuk masuk ke katoda.

Berdasarkan pemakaian bahan-bahan kimia, inhibitor korosi dapat dibagi sebagai berikut ini (Halimatuddahlia, 2003).

1) Inhibitor Anorganik

Inhibitor yang diperoleh dari mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon dalam senyawanya. Material dasar dari inorganik inhibitor antara lain kromat, nitrit, silikat, dan pospat. Akan tetapi, senyawa ini bersifat toksik bagi lingkungan dan juga manusia, *non-biodegradable*, dan kebanyakan dari inhibitor ini mahal (Omotoyinbodkk, 2013).

2) Inhibitor Organik

Senyawa organik dapat digunakan sebagai inhibitor karena terdiri dari gugus fungsi yang mengandung atom oksigen, nitrogen atau sulfur sehingga sangat bagus digunakan sebagai inhibitor (Alaneme dkk, 2012). Inhibitor ini kebanyakan membentuk lapisan film organik. Inhibitor organik merupakan senyawa organik yang mempunyai bagian kepala yang polar dan bagian lainnya merupakan hidrokarbon rantai panjang. Inhibitor organik biasanya berupa garam logam yang berperan mempasifkan permukaan logam (Febrianto, dkk. 2010). Beberapa keuntungan dari inhibitor organik yang berasal dari alam yaitu murah, biodegradable (dapat diuraikan oleh mikroorganisme), dan tidak bersifat racun (Ebenso dkk, 2012).

5. Lignin dari Serbuk Kayu Sebagai Inhibitor Korosi

a. Kayu

Kayu merupakan salah satu produk alam yang sangat penting. Hal ini disebabkan karena penggunaan kayu cukup luas, diantaranya sebagai bahan dasar bangunan, bahan dasar pulp dan kertas, serat, film, dan aditif (Fengel dan Wagener, 1995). Berdasarkan struktur kimianya kayu tersusun atas selulosa, lignin dan hemiselulosa.

Selulosa merupakan komponen utama dinding sel kayu. Kayu umumnya mengandung selulosa sebanyak 40-50%, hemiselulosa matriks kayu berupa senyawa amorf, karena banyaknya percabangan pada rantai molekulnya (Sanjaya, 2001). Kayu secara umum mengandung hemiselulosa sebanyak 15-25% (Fengel dan Wagener, 1995), sedangkan

lignin adalah senyawa amorf total (non kristalin) yang umumnya terdapat di daerah lamela tengah dan berfungsi sebagai pengikat antar sel serta menguatkan dinding sel kayu (Sjostrom, 1995). Secara umum, kayu mengandung lignin sebanyak 15-30% (Fengel dan Wagener, 1995).

b. Lignin

Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan. Lignin ditemukan hampir pada semua pembuluh tumbuhan. Kandungan lignin berbeda pada setiap jenis kayu dan tidak terdistribusi secara merata. Secara umum, kandungan berdasarkan jenis spesies kayu dapat dibagi tiga yaitu: kayu lunak normal mengandung 26-32% lignin, kayu lunak keras mengandung 20-25% lignin (Sjöström, 1995).

Senyawa lignin merupakan suatu polimer senyawa aromatik yang sebagian besar tidak larut dalam kebanyakan pelarut organik. Lignin tidak dapat diuraikan menjadi satuan monomer, karena bila dihidrolisis, monomer sangat cepat teroksidasi dan segera terjadi reaksi kondensasi. Lignin adalah senyawa tiga dimensi yang disusun dari monomer metoksifenil propana (Sjöström, 1995).

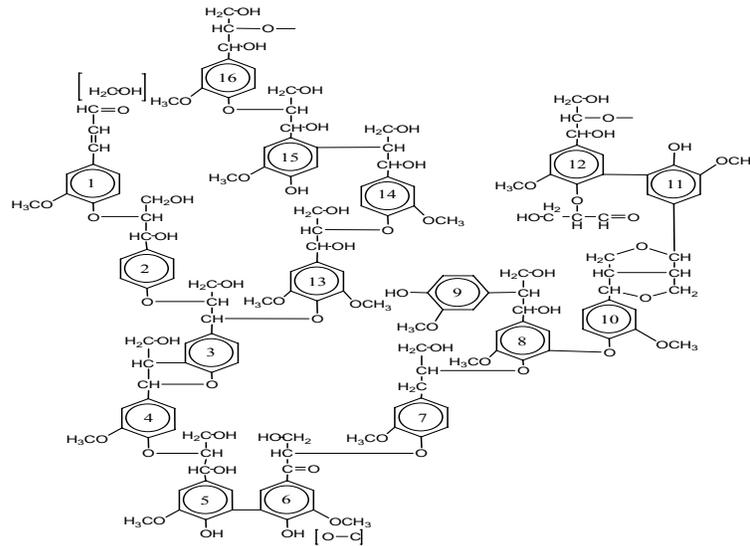
Munurut Fengel dan Wegener (1995), sifat fisika lignin antara lain yaitu: memiliki serapan maksimum 280 nm, berbentuk amorf yang banyak terdapat pada lamella, kokoh (sehingga juga terdapat pada dinding sel tanaman), membuat pulp dan kertas menguning atau coklat, stabil secara

termal, merupakan zat organik yang berwarna coklat, serta bersifat aktif bibder / perekat.

Sedangkan sifat kimia lignin antara lain yaitu: dalam kayu lignin berikatan dengan selulosa secara kovalen, terdapat ikatan C-C, C-O dan ada juga ikatan eter, sukar larut dengan berbagai pelarut, tahan terhadap hidrolisis / bersifat hidrofobik, bereaksi dengan sulfit membentuk garam liginosulfonat yang larut dalam air (Sjöström, 1995).

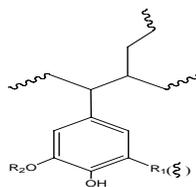
Penyusun utama lignin kayu daun lebar (Hardwood) adalah unit-unit trans-conyferil alcohol dan trans-sinapyl alcohol. Struktur bangun lignin adalah ikatan bersama dari rantai/ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (Ikatan antar unit tersebut pada lignin hardwood dan softwood membentuk struktur β -O-4).

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa lignin merupakan senyawa berantai panjang dan merupakan senyawa tiga dimensi dengan bermacam-macam gugus fungsi yang aktif untuk berinteraksi secara kimia maupun secara fisika. Gugus fungsi kimia dalam lignin terdiri dari fenolik, hidroksil, karboksil, benzil alkohol, metoksil, dan aldehid. Inilah yang menyebabkan lignin dapat digunakan sebagai inhibitor. Gugus-gugus ini dapat menyerap pada permukaan logam sehingga dapat menurunkan laju korosi (Altwaiq dkk, 2011).



Gambar 3
Sebagian struktur lignin yang terdiri dari 16 unit fenilpropana (Fengel dan Wegener, 1995)

Lignin merupakan biopolimer yang salah satu unit penyusunnya adalah fenilpropana seperti pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4
Unit fenilpropana lignin: $R_1, R_2 = H, OCH_3$, $R_3 = H, CH$, atau ikatan (ξ) yang ada pada unit-unit fenilpropana lain (Santoso dkk, 2004)

B. Instrumen Penelitian

1. UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat dengan teknik spektrofotometer pada daerah ultra-violet dan sinar tampak. Teknik analisis spektroskopi ini memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm). Alat ini digunakan untuk

mengukur serapan sinar ultra violet atau sinar tampak oleh suatu materi dalam bentuk larutan. Konsentrasi larutan yang dianalisis sebanding dengan jumlah sinar yang diserap oleh zat yang terdapat dalam larutan tersebut. Dalam hal ini, hukum Lambert-Beer dapat menyatakan hubungan antara serapan cahaya dengan konsentrasi zat dalam larutan. Di bawah ini adalah persamaan Lambert-Beer ;

$$A = - \log T = \epsilon bc$$

Dengan :

A = absorban,

T = transmittan,

ϵ = absorptivitas molar ($\text{Lcm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$),

b = panjang sel (cm), dan c = konsentrasi zat (mol/L).

Menurut Fengel dan Wagener (1995) lignin mempunyai dua spektra yang khas. Pertama, spektra khas lignin maksimum pada panjang gelombang sekitar 280 nm diikuti dengan lereng ke arah panjang gelombang yang rendah (pundak) yang jelas pada daerah 230 nm. Spektra khas lignin kedua harga absorptivitas tinggi muncul pada kisaran 200 dan 208 nm.

Pada penelitian ini UV-Vis digunakan untuk mengkarakterisasi lignin isolat. Karakterisasi dilakukan pada panjang gelombang 230-400 nm (Arofah dan Taslim, 2009).

2. FT-IR

FT-IR merupakan salah satu teknik spektroskopi inframerah yang dapat mengidentifikasi kandungan gugus kompleks. Alat ini umumnya digunakan

dalam penemuan gugus fungsional, pengenalan senyawa, dan analisa campuran. Kebanyakan gugus, seperti C-H, O-H, dan C=N, menyebabkan pita absorpsi infra-merah, yang berbeda hanya sedikit dari satu molekul ke yang lain tergantung pada substituen yang lain (Underwood,1990).

Spektralignin mempunyai sejumlah pita serapan utama. Pita serapan inframerah lignin yang paling karakteristik terdapat pada sekitar 1510 dan 1600 cm^{-1} (vibrasi cincin aromatik) dan antara 1470 dan 1460 cm^{-1} (deformasi CH dan vibrasi cincin aromatik) (Fengel dan Wagener, 1995). Daftar frekuensi serapan inframerah beberapa gugus fungsi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Daftar Frekuensi Serapan Inframerah Beberapa Gugus Fungsi

Gugus fungsi	Frekuensi (cm^{-1})
C=C -alkena	1680-1600
-aromatik	1650-1475
C=C alkuna	2250-2100
C-C aromatic	1450
C-O ester	1300-1000
O-H alkohol (serapan lebar)	3400-2400
=C-H alkena	1000-650
C=O keton	1800-1620
C-H aromatic	900-860
C-H aromatik (sringyl)	860-800

Sumber: Sastrohamidjojo, 1992

3. Mikroskop Stereo

Mikroskop merupakan alat optik yang digunakan 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 *analizer* 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

4. *ScanningElectronMacroscopy (SEM)*

SEM merupakan alat yang dapat melihat struktur permukaan dalam bentuk mikro. Pada dasarnya *SEM* menggunakan hamburan elektron dalam bentuk bayangan. Bahan yang akan diukur dengan menggunakan *SEM* adalah bahan yang harus dapat berinteraksi dengan elektron. Suatu bahan dapat berinteraksi dengan elektron apabila bahan tersebut bersifat konduktor. Untuk bahan yang tidak bersifat konduktor, bahan tersebut harus dilapisi terlebih dahulu dengan bahan konduktor (Sari dkk, 2014).

SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2-30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan *image* berukuran $< \sim 10\text{nm}$ pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar (Anggraeni, 2008). Gambar/*image* yang dihasilkan oleh SEM memiliki karakteristik penampilan tiga dimensi, dan dapat digunakan untuk menentukan struktur permukaan dari sampel.

C. Penelitian yang Relevan

Pemanfaatan ekstrak bahan alam sebagai inhibitor korosi baja telah banyak dilaporkan, diantaranya Niko (2010) melaporkan bahwa ekstrak daun teh yang mengandung tanin dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi 85%. Nugroho (2011) melaporkan bahwa ekstrak ubi ungu dapat menurunkan laju korosi pada baja *low carbon* di lingkungan NaCl 3,5% dengan efisiensi hingga 79,4%. Gumelar (2011) juga melaporkan bahwa ekstrak daun teh rosella (*hibiscus sabdariffa*) dapat digunakan sebagai inhibitor korosi baja di lingkungan NaCl 3,5% pada temperature 50 derajat celcius. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan inhibitor teh rosella yang paling efektif bila digunakan pada lingkungan NaCl 3,5% pada temperatur 50°C pada penambahan 2 mL dengan efisiensi 17,768%. Otomiyonbo dkk, (2013) melaporkan bahwa daun *Jatropha curcas* dapat menurunkan laju korosi baja di lingkungan asam sulfat 0,5 M dan natrium klorida dengan efisiensi 92.1% di lingkungan natrium klorida, dan 55,5% di lingkungan asam sulfat 0,5 M.

Lignin merupakan biopolimer aromatik dengan berat molekul sangat besar yang terdapat pada kayu, lignin terbentuk dengan penggabungan oksidatif unit-unit fenilpropana melalui mekanisme radikal (Arofah dan Taslim, 2010). 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%. Altweiq dkk, (2011) melaporkan ekstrak alkali lignin dari serbuk kayu *maple* dapat digunakan sebagai inhibitor korosi dalam larutan asam klorida dengan persen efisiensi tertinggi 78,1%. Alaneme dan Olusegun (2012) juga melaporkan bahwa ekstrak lignin dari bunga matahari (*Tithonia Diversifolia*) dapat menurunkan laju korosi pada baja dalam medium asam sulfat 1M dengan persen efisiensi inhibisi antara 55,5-78,8%. Yerimadesi, dkk (2013) melaporkan bahwa lignin dari serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air laut dengan efisiensi inhibisi korosi sebesar 38,8% pada konsentrasi ekstrak 30 ppm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Lignin dari serbuk gergaji kayu dapat menurunkan laju korosi baja dalam medium air NaCl 3.5% dengan efisiensi inhibisi korosi 47.94% pada konsentrasi optimum 15 ppm.
2. Morfologi permukaan baja yang dilapisi lignin dari serbuk gergaji kayu dalam medium NaCl 3.5% tampak sedikit berkarat dibandingkan dengan baja tanpa dilapisi lignin dari serbuk gergaji kayu.
3. Energi aktivasi meningkat dengan adanya penambahan inhibitor (lignin dari serbuk gergaji kayu) dari 9.81 kJ/mol menjadi 23.1488 kJ/mol. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi fisika.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan :

1. Mempelajari pengaruh pH agar diperoleh kondisi optimal penggunaan inhibitor
2. Menggunakan metoda Tafel dan EIS untuk menentukan laju korosi baja.
3. Mempelajari pengaruh lignin dari serbuk gergaji kayu sebagai inhibitor korosi baja dalam medium korosif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Hiskia. 2001. *Elektrokimia & Kinetika Kimia*. Bandung : PT. Citra Aditya Bakti.
- Alaneme, Kenneth, Kanayo., dan Olusegun., Sunday Joseph.2012. Corrosion Inhibition Performance of Lignin Extract of Sun Flower (*Tithonia Diversifolia*) on Medium Carbon Low Alloy Steel Immersed in H₂SO₄ Solution. *Leonardo Journal of Sciences*.
- A.Petchiammal *et al.* 2013. Investigation Of Anti-Corrosive of Lebbeck Seed Extract On Aluminium in Acid Environment. *The Pacific Journal Science and Technology*. Vol.14, No.1, pp 31-38.
- Aisyah. 2007. *Pengaruh Intuisi Air Laut Terhadap Ketahanan Korosi Wadah Gelas-Limbah dalam Penyimpanan Lestari*. Pusat Teknologi Limbah Radio Aktif-BATAN.
- Anggraeni, Nuha., Desi., (2008). “Analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Hematite”. *Jurusan Teknik Mesin*. Institut Teknologi Nasional.
- Arofah, V.A.M., dan Taslim, E. 2010. *Peningkatan Kualitas Kayu Instia Bijuga: Kajian Senyawa Lignin*. Prosiding Kimia FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Asdim.2008. Penghambatan Reaksi Korosi Baja dengan Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*) sebagai Inhibitor dalam Larutan Garam. *Jurnal Gradien*. Vol.4 No.1. Hlm.304-307.
- Altwaiq et al.2011. The role of extracted alkali lignin as corrosion inhibitor. *Journal Material Environment Science (JMES)*.
- Dalimunthe, Indra Surya. 2004. *Kimia Dan Inhibitor Korosi*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Deviyani., Larisa dan Nurdin., Isdiriyani.2006. Inhibisi Korosi dalam Air Laut Mengandung Sulfida Menggunakan Glutaraldehyda. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol 5. No.1*.
- Ebenso, E.E., Ekpe, U.J., Okafor P.C., Udoh, I.I., Ikpi, M.E., 2012. Corrosion inhibiton, and Adsorption Behaviour of Extract from Piper guineensis on Mild Steel Corrosion in Acid Media. *International Journal Electrochemical Science*. Vol. 7. Hlm.12193-12206.