

**UJI AKTIVITAS INHIBITOR KOROSI SENYAWA BASA SCHIFF DARI O-VANILIN
DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL PADA *MILD STEEL* MENGGUNAKAN METODE
POLARISASI POTENSIODINAMIK DAN *ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE
SPECTROSCOPY (EIS)***

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD RIO FIRMANSYAH
NIM. 200603110087**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**UJI AKTIVITAS INHIBITOR KOROSI SENYAWA BASA SCHIFF DARI O-VANILIN
DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL PADA *MILD STEEL* MENGGUNAKAN METODE
POLARISASI POTENSIODINAMIK DAN *ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE
SPECTROSCOPY (EIS)***

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD RIO FIRMANSYAH
NIM. 200603110087**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**UJI AKTIVITAS INHIBITOR KOROSI SENYAWA BASA SCHIFF DARI O-VANILIN
DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL PADA MILD STEEL MENGGUNAKAN METODE
POLARISASI POTENSIODINAMIK DAN ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE
SPECTROSCOPY (EIS)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIO FIRMANSYAH
NIM. 200603110087

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 2 Mei 2024**

Pembimbing I



Ahmad Hanapi, M.Sc
NIP. 19851225 202321 1 021

Pembimbing II



Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I
NIP. 19790502 202321 2 024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



**UJI AKTIVITAS INHIBITOR KOROSI SENYAWA BASA SCHIFF DARI O-VANILIN
DAN 2-AMINOBENZOTIAZOL PADA MILD STEEL MENGGUNAKAN METODE
POLARISASI POTENSIODINAMIK DAN ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE
SPECTROSCOPY (EIS)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD RIO FIRMANSYAH
NIM. 200603110087

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 31 Mei 2024**

Ketua Penguji : **Himmatul Barroroh, M.Si**
NIP. 19750730 200312 2 001

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Anggota Penguji I : **Vina Nurul Istighfarini, M.Si**
LB. 63025

Anggota Penguji II : **Ahmad Hanapi, M.Sc**
NIP. 19851225 202321 1 021

Anggota Penguji III : **Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I**
NIP. 19790502 202321 2 024

(.....)



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rio Firmansyah
NIM : 200603110087
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada *Mild Steel* Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 5 Juni 2024
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Rio Firmansyah
NIM. 200603110087

HALAMAN PERSEMPAHAN

Alhamdulillahi rabbil 'alamin, segala puji bagi Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan ridhonya sehingga bisa menyelesaikan skripsi dengan sebaik-baiknya. Terimakasih atas motivasi, dukungan, dan do'a dari semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir. Karya skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orangtua dan saudara penulis, Bapak Muhammad Soleh, Ibu Wahyu Widiati, dan Adik Muhammad Ilham Firmansyah yang telah membiayai penulis, memberi dukungan, semangat serta do'a agar penulis selalu diberikan kemudahan dalam menjalankan studi.
2. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman baru, motivasi, dan bimbingan selama menjalani studi.
3. Keluarga besar dari kedua orang tua penulis yang telah memotivasi dan mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi.
4. Teman-teman Otw S.Si dan tim Basa Schiff 2020 yang telah membantu baik tenaga, waktu, maupun materi dalam penyusunan skripsi dan penelitian di laboratorium.
5. *Last but not least*, kepada diri penulis sendiri. Terimakasih telah bertahan dan terus berusaha sehingga sampai dititik ini. Terimakasih telah tidak putus asa dan tidak lelah mencoba hal yang baru. Sesulit apapun proses penelitian maupun penyusunan skripsi ini, penulis telah menyelesaikan dengan sebaik dan semaksimal mungkin. Karya ini merupakan pencapaian yang patut diapresiasi untuk diri sendiri.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah Swt. membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang ikut andil dalam penyusunan skripsi ini. *Aamiin*.

x

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada Mild steel Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik dan Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)**" dengan sebaik mungkin. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Ibu Mubasyiroh, S.S, M.Pd.I selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran serta masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Himmatal Baroroh, M.Si dan Ibu Vina Nurul Istighfarini, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi perbaikan naskah skripsi.
6. Bapak/Ibu dosen Program Studi Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan kepada penulis selama menempuh studi di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi baik berupa materil maupun moril.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna dan masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran demi perbaikan maupun pengembangan penyusunan skripsi selanjutnya. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca khususnya penulis secara pribadi.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Malang, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
مستخلص البحث.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 o-Vanilin	5
2.2 2-Aminobenzotiazol	5
2.3 <i>Mild Steel</i>	6
2.4 Senyawa Basa Schiff	7
2.5 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Penggerusan	7
2.6 Karakterisasi Senyawa Basa Schiff	8
2.6.1 Karaterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR	8
2.6.2 Karakterisasi Menggunakan GC-MS.....	9
2.7 Korosi	11
2.8 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff	13
2.8.1 Metode Polarisasi Potensioidinamik	13
2.8.2 Metode <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS).....	15
2.9 <i>Green Synthesis</i> dalam Perspektif Islam	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.4 Tahapan Penelitian.....	20
3.5 Cara Kerja	20
3.5.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dengan Metode Penggerusan.....	20
3.5.2 Karakterisasi Sifat Fisika Produk Sintesis	21
3.5.3 Karakterisasi Sifat Kimia Produk Sintesis	21
3.5.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR	21
3.5.5 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS	21
3.5.6 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi	22
3.5.6.1 Pembuatan Spesimen Uji.....	22
3.5.6.2 Pembuatan Media Inhibitor Korosi	22
3.5.6.3 Pembuatan Larutan Induk Inhibitor Korosi (1000 ppm)	22

3.5.6.4 Uji Efisiensi Inhibitor Korosi dengan Metode Polarisasi Potensiodinamik.....	22
3.5.6.5 Uji Efisiensi Inhibitor Korosi dengan Metode EIS.....	23
3.5.7 Analisis Data.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-((Benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol Menggunakan Metode Penggerusan	25
4.2 Uji Kelarutan Produk Sintesis dalam Basa	27
4.3 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR	28
4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS	29
4.5 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik	35
4.6 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS)	38
4.7 Keterkaitan Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	43
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur senyawa o-vanilin	5
Gambar 2.2	Struktur senyawa 2-aminobenzotiazol.....	6
Gambar 2.3	Mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-amino-benzotiazol.....	7
Gambar 2.4	Spektra FTIR senyawa basa Schiff (TMN)	9
Gambar 2.5	Kromatogram senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol....	10
Gambar 2.6	Spektra massa puncak senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-amino-benzotiazol.....	10
Gambar 2.7	Proses korosi pada besi.....	12
Gambar 2.8	Kurva Tafel senyawa basa Schiff (TMN)	14
Gambar 2.9	Kurva Nyquist senyawa basa Schiff (TMN)	16
Gambar 4.1	Mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol	25
Gambar 4.2	Perbedaan warna senyawa reaktan (a) dan senyawa basa Schiff (b)	26
Gambar 4.3	Hasil uji kelarutan produk sintesis pada NaOH 2 M (kiri) dan akuades (kanan).....	27
Gambar 4.4	Reaksi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol dengan NaOH	27
Gambar 4.5	Spektra FTIR reaktan dan produk sintesis.....	28
Gambar 4.6	Kromatogram <i>Gas Chromatography</i> produk sintesis	30
Gambar 4.7	Spektra massa puncak pertama	30
Gambar 4.8	Pola fragmentasi 1 puncak pertama	31
Gambar 4.9	Pola fragmentasi 2 puncak pertama	31
Gambar 4.10	Spektra massa puncak kedua	32
Gambar 4.11	Pola fragmentasi puncak kedua	32
Gambar 4.12	Spektra massa puncak ketiga	33
Gambar 4.13	Pola fragmentasi 1 puncak ketiga.....	33
Gambar 4.14	Pola fragmentasi 2 puncak ketiga.....	34
Gambar 4.15	Pola fragmentasi 3 puncak ketiga.....	34
Gambar 4.16	Pola fragmentasi 4 puncak ketiga.....	35
Gambar 4.17	Spektra massa puncak keempat	35
Gambar 4.18	Kurva Tafel reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K	36
Gambar 4.19	Grafik hubungan konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi.....	37
Gambar 4.20	Kurva Nyquist reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K.....	38
Gambar 4.21	Model rangkaian listrik.....	39
Gambar 4.22	Plot Bode reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K	40
Gambar 4.23	Plot sudut fase reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K.....	41
Gambar 4.24	Mekanisme adsorpsi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan unsur pada <i>mild steel</i>	6
Tabel 2.2 Data hasil pengujian inhibitor korosi senyawa basa Schiff (TMN) menggunakan metode polarisasi potensiodinamik	15
Tabel 2.3 Data hasil pengujian inhibitor korosi senyawa basa Schiff (TMN) menggunakan metode EIS.....	16
Tabel 4.1 Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk sintesis senyawa basa Schiff.....	26
Tabel 4.2 Perbandingan serapan gugus fungsi produk sintesis dengan reaktan.....	28
Tabel 4.3 Serapan gugus fungsi senyawa basa Schiff	29
Tabel 4.4 Hasil karakterisasi GC produk sintesis	30
Tabel 4.5 Parameter pengukuran polarisasi potensiodinamik reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K	36
Tabel 4.6 Parameter pengukuran EIS reaktan dan senyawa basa Schiff pada <i>mild steel</i> dalam media HCl 1 M pada suhu 298K.....	39

DAFTAR PERSAMAAN

3.1 Rendemen berat produk sintesis.....	20
3.2 Efisiensi inhibisi dengan metode polarisasi potensiodinamik.....	23
3.3 Efisiensi inhibisi dengan metode EIS	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian	55
Lampiran 2. Diagram Alir	57
Lampiran 3. Perhitungan.....	61
Lampiran 4. Data Hasil Karakterisasi	67
Lampiran 5. Dokumentasi Hasil Penelitian.....	113
Lampiran 6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian Skripsi	115
Lampiran 7. Anggaran Penelitian Skripsi	117
Lampiran 8. Bukti Konsultasi Skripsi	119

ABSTRAK

Firmansyah, Muhammad Rio. 2024. **Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada Mild Steel Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik dan Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS).** Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Pembimbing II: Mubasyiroh, S.S, M.Pd.I.

Kata Kunci: Inhibitor Korosi, Basa Schiff, Metode Penggerusan, Polarisasi Potensiodinamik, EIS

Korosi menjadi salah satu fenomena umum yang dapat menyebabkan kerugian baik dari segi ekonomi maupun kesehatan. Pencegahan korosi dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan inhibitor korosi dari senyawa organik yang memiliki pasangan elektron bebas (PEB), ikatan π , dan heteroatom seperti senyawa basa Schiff. Senyawa basa Schiff dalam penelitian ini disintesis dengan metode penggerusan dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol (mol 1:1). Produk hasil sintesis diidentifikasi baik sifat fisika maupun sifat kimia serta karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan GC-MS. Sedangkan pengujian aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff dilakukan menggunakan metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik produk sintesis berupa wujud, warna, titik lebur, sifat kimia, berdasarkan analisa gugus fungsi dan GC-MS serta untuk mengetahui nilai efisiensi inhibitor korosi senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M. Pengujian ini dilakukan variasi konsentrasi inhibitor yaitu 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm.

Senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksi fenol merupakan produk sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan selama 105 menit. Sintesis senyawa basa Schiff menghasilkan rendemen berat produk sebesar 97,79%. Karakteristik dari produk sintesis yaitu berwujud padat, berwarna jingga kekuningan, dan titik lebur pada 164-168°C. Hasil uji sifat kimia menunjukkan produk sintesis dapat bereaksi dengan NaOH namun tidak dengan akuades. Karakterisasi produk sintesis senyawa basa Schiff menggunakan FTIR menunjukkan serapan gugus imina ($C=N$) yang merupakan gugus fungsi khas senyawa basa Schiff pada $1597,06\text{ cm}^{-1}$ dengan serapan yang kuat. Sedangkan hasil karakterisasi menggunakan GC-MS menunjukkan puncak senyawa basa Schiff muncul pada waktu retensi 49,644 menit dengan luas area 83,6% serta ion molekuler pada spektra massa sebesar 284 m/z. Pengujian aktivitas inhibitor korosi produk senyawa basa Schiff dengan metode polarisasi potensiodinamik menghasilkan efisiensi tertinggi pada variasi konsentrasi 350 ppm yaitu sebesar 92,22%. Sedangkan pengujian aktivitas inhibitor korosi dengan metode EIS menghasilkan efisiensi tertinggi pada variasi konsentrasi 150 ppm yaitu sebesar 86,18%.

ABSTRACT

Firmansyah, Muhammad Rio. 2024. **Inhibitor Activity Test of Schiff Base Compound from o-Vanillin and 2-Aminobenzothiazole on Mild Steel Using Potentiodynamic Polarization and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)**. Thesis. Chemistry Department Faculty of Science and Technology Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Supervisor II: Mubasyiroh, S.S, M.Pd.I.

Keywords: Corrosion Inhibitor, Schiff Base, Grinding Method, Potentiodynamic Polarization, EIS

Corrosion is common phenomena that can cause damage both in economic and health aspects. Corrosion prevention can be performed by using corrosion inhibitors from organic compounds that have lone electron pairs (PEB), π bonds, and heteroatoms such as Schiff base compounds. The Schiff base compound in this research was synthesized by grinding method from o-vanillin and 2-aminobenzothiazole (mol 1:1). The synthesized product was identified both physical and chemical properties as well as characterization using FTIR spectrophotometer and GC-MS. While testing the corrosion inhibitor activity of Schiff base compounds was carried out using potentiodynamic polarization and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) methods. The purpose of this research is to determine the characteristics of the synthesis product in the form of form, color, melting point, chemical properties, based on functional group analysis and GC-MS also to determine the efficiency value of Schiff base compound corrosion inhibitor on mild steel in 1 M HCl media. This test was carried out variations in inhibitor concentrations of 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, and 350 ppm.

2-((benzothiazol-2-ylimino)methyl)-6-methoxy phenol is the result of the synthesis of Schiff base compounds from o-vanillin and 2-aminobenzothiazole by grinding method for 105 minutes. The synthesis of Schiff base compounds produced a yield of 97.79%. The characteristics of the synthesized product are solid, yellowish orange in color, melting point at 164-168°C. The chemical properties test results show that the synthesis product can react with NaOH but not with distilled water. Characterization of the synthesized product using FTIR showed the presence of imine group absorption (C=N) which is a typical functional group of Schiff base compounds at 1597.06 cm^{-1} with strong absorption. While the results of characterization using GC-MS showed the peak of the Schiff base compound appeared at a retention time of 49.644 minutes with an area of 83.6% and molecular ions in the mass spectra of 284 m/z. The corrosion inhibitor activity of Schiff base compounds using potentiodynamic polarization method resulted in the highest efficiency at 350 ppm concentration variation, which was 92.22%. While testing the activity of corrosion inhibitors using the EIS method produced the highest efficiency at a concentration variation of 150 ppm, which was 86.18%.

مستخلص البحث

فرمنسياه، محمد ريو. ٢٠٢٤. اختبار نشاط مثبطات التآكل لمركبات قاعدة شيف من O-فانيلين و ٢-أمينوبنزوثيازول في الفولاذ الطري باستخدام طريقة الاستقطاب الديناميكي والتحليل الطيفي للمعاوقة الكهروكيميائية (EIS). بحث جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرف الأول: أحمد حنفي، الماجستير؛ المشرفة الثانية: مبشرة، الماجستير.

الكلمة المفتاحية: مثبط التآكل، قاعدة شيف، طريقة التنظيف، الاستقطاب الديناميكي القوي، EIS

التآكل هو أحد الظواهر الشائعة التي يمكن أن تسبب خسائر من حيث الاقتصاد والصحة. يمكن منع التآكل أحدها باستخدام مثبطات التآكل من المركبات العضوية التي تحتوي على أزواج إلكترون حرة (PEB) وروابط π وذرات غير متجانسة مثل مركبات قاعدة شيف. تم تصنيع مركب قاعدة شيف في هذه الدراسة بطريقة الطحن من O-فانيلين و ٢-أمينوبنزوثيازول (mol ١:١). يتم تحديد المنتجات المركبة على حد سواء الخصائص الفيزيائية والكميائية والتوصيف باستخدام مقاييس الطيف الضوئي FTIR و GC-MS. وفي الوقت نفسه، تم إجراء اختبار لنشاط مثبطات التآكل لمركبات قاعدة شيف باستخدام طريقة الاستقطاب الديناميكي القوي والتحليل الطيفي للمعاوقة الكهروكيميائية (EIS). الغرض من هذه الدراسة هو تحديد خصائص منتجات التوليف في شكل لون ونقطة انصهار وخصائص كيميائية، بناءً على تحليل المجموعة الوظيفية و GC-MS وتحديد قيمة كفاءة مثبطات التآكل لمركبات قاعدة شيف في الفولاذ الطري في وسائل HCl ١ M. تم إجراء هذا الاختبار على اختلافات في تركيزات المثبطات، وهي ١٥٠ ppm و ٢٥٠ ppm و ٣٥٠ ppm.

المركب ٢-(بنزوثيازول-٢-إليمينو)-٦-ميثوكسي فينول هو نتاج تخلق مركب قاعدة شيف من O-فانيلين و ٢-أمينوبنزوثيازول باستخدام طريقة الطحن لمدة ١٠٥ دقيقة. ينتج عن تخلق مركبات Schiff الأساسية عائد وزن منتج بنسبة ٧٩.٩٧٪. خصائص المنتج التخليلي صلبة، برقاوية صفراء اللون، نقطة انصهار عند ١٦٤-١٦٨ درجة مئوية. تظهر نتائج اختبار الخواص الكيميائية، أي قابلية ذوبان منتج التخليل في القاعدة، أن منتج التخليل يمكن أن يتفاعل مع NaOH ولكن ليس مع aquades. يظهر توصيف المنتج التخليلي لمركبات قاعدة شيف باستخدام FTIR امتصاص مجموعة (C=N) وهي مجموعة وظيفية نموذجية لمركبات قاعدة شيف عند ٦٠١٥٩٧ ٠.٠ سم⁻¹ مع امتصاص قوي. بينما أظهرت نتائج التوصيف باستخدام GC-MS أن ذرة مركب قاعدة شيف ظهرت في وقت احتفاظ قدره ٦٤٤.٤٩ دقيقة بمساحة ٦٨.٨٪ وأيونات جزئية عند أطياف ٢٨٤ z/m. أدى اختبار لنشاط مثبطات التآكل لمنتجات مركب قاعدة Schiff باستخدام طريقة الاستقطاب الديناميكي القوي إلى أعلى كفاءة عند تركيز يبلغ ٣٥٠ ppm، والذي كان ٢٢.٩٪. أثناء اختبار لنشاط مثبطات التآكل باستخدام طريقة EIS أدى إلى أعلى كفاءة عند اختلاف تركيز ١٥٠ ppm، والذي كان ٨٦٪.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi merupakan reaksi *irreversible* antara permukaan suatu material (logam) dengan lingkungannya yang dapat menyebabkan kerusakan pada material tersebut (IUPAC, 2014). Korosi bisa menjadi satu masalah yang merugikan sehingga perlu perlakuan khusus akibat efek yang ditimbulkan (Leonard, 2015). Salah satu kerugian pada aspek ekonomi adalah penggantian material atau peralatan terkorosi yang memakan biaya besar (Goyal dkk., 2018). Selain masalah ekonomi, akibat lain yang dapat ditimbulkan dari korosi adalah tingginya resiko keamanan dan kesehatan (Jones, 1996). Korosi termasuk dalam proses alamiah, oleh sebab itu korosi tidak dapat dihindari atau dihentikan melainkan hanya dapat dikendalikan dan diperlambat laju korosinya (Abdelsalam dkk., 2022). Pengendalian laju korosi dapat dilakukan dengan cara pengecatan, pemilihan bahan konstruksi yang tepat, dan penggunaan inhibitor korosi (Ouarga dkk., 2023) dari senyawa organik seperti senyawa basa Schiff (Abdelsalam dkk., 2022).

Seorang ilmuan kimia Jerman bernama Hugo Schiff pertama kali menemukan senyawa basa Schiff pada tahun 1864 melalui reaksi kondensasi aldehida dengan amina (Fabbrizzi, 2020). Nama lain dari senyawa basa Schiff adalah senyawa azometin. Senyawa basa Schiff merupakan senyawa yang umumnya terbentuk dari kondensasi amina primer dengan gugus karbonil dari suatu senyawa aldehida/keton (Sirumapea dkk., 2015). Berdasarkan strukturnya, senyawa basa Schiff memiliki karakteristik khas yaitu gugus fungsi imina ($C=N$) (Cimerman dkk., 1997). Basa Schiff memiliki manfaat yang luas di berbagai bidang seperti industri farmasi. Pemanfaatan senyawa basa Schiff diantaranya adalah sebagai antijamur (Erturk, 2020), antibakteri (Adeleke dkk., 2021; Bayeh dkk., 2020), antikanker, antitumor (Bensaber dkk., 2014), antiinflamasi (Hamid & Salih, 2022), antioksidan (Adeleke dkk., 2021), dan inhibitor korosi (Keleş dkk., 2021).

Senyawa basa Schiff dapat disintesis dengan metode konvensional maupun *green synthesis*. Metode konvensional memiliki beberapa kelemahan seperti penggunaan bahan kimia yang berbahaya (toksik) bagi lingkungan dan manusia, waktu sintesis cenderung lama, dan menghasilkan rendemen produk relatif kecil. Oleh karena itu diperlukan metode sintesis yang lebih aman dan efektif yaitu dengan metode *green synthesis*. Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode *green synthesis* meliputi sintesis dengan menggunakan katalis alami (Ma'rufah, 2020), pelarut air, metode sonikasi serta metode penggerusan (Jovianto, 2020). Sebagaimana Allah Swt. berfirman dalam Al Qur'an surah Ar-Ruum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَأَبْعَثَرَ إِمَا كَسَبَتْ أَئِدِي النَّاسِ لِيُذْيِقُهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “*Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat)*

perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (Q.S. Ar-Ruum ayat 41)

Surah Ar Ruum (30):41 menerangkan bahwa kerusakan yang terjadi di daratan dan lautan dapat menyebabkan ketidakseimbangan lingkungan. Kerusakan tersebut terjadi akibat perilaku manusia seperti mencemari alam sehingga tidak layak didiami dan dimanfaatkan. Shihab (2002) dalam tafsirnya menjalaskan kata *dhabara* pada Q.S. Ar-Ruum ayat 41 memiliki arti sesuatu telah terjadi di permukaan bumi yang mengisyaratkan nampak dan terang serta diketahui dengan jelas. Sedangkan *al-fasad* pada ayat tersebut diistilahkan sebagai kerusakan. Adapun arti dari kerusakan dapat berupa pencemaran alam yang bisa menyebabkan bumi menjadi tidak layak huni atau menyebabkan kehancuran alam sehingga tidak bisa lagi dimanfaatkan. Sintesis senyawa basa Schiff dengan mempertimbangkan aspek *green synthesis* merupakan salah satu upaya untuk menjaga kelestarian alam. Oleh karena itu berdasarkan tafsir ayat tersebut, penggunaan katalis dan pelarut organik dalam sintesis senyawa basa Schiff dapat membahayakan lingkungan sehingga diperlukan metode sintesis yang ramah lingkungan salah satunya adalah metode penggerusan.

Metode penggerusan merupakan salah satu metode yang termasuk dalam aspek *green synthesis*. Sintesis dengan metode penggerusan menyebabkan adanya transfer energi yang terjadi melalui gesekan dan menghindari penggunaan pelarut berbahaya. Kelebihan dari metode penggerusan diantaranya adalah mengurangi pemakaian pelarut organik dan terbentuknya produk samping yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan, hemat energi, serta relatif menghasilkan rendemen cukup tinggi seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Bendale dkk. (2011). Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode penggerusan telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Hanapi (2016) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan anilina menghasilkan persentase tertinggi yaitu 94,8% dengan waktu penggerusan selama 20 menit. Selain itu, Bendale dkk. (2011) juga mensintesis senyawa basa Schiff dari *p*-anisidin dan *o*-vanilin yang menghasilkan persentase sebesar 95,86% dengan waktu penggerusan selama 10-12 menit.

Salah satu manfaat senyawa basa Schiff adalah sebagai inhibitor korosi. Senyawa basa Schiff dapat digunakan sebagai inhibitor korosi karena dalam struktur basa Schiff memiliki ikatan π pada gugus imina ($C=N$) serta pasangan elektron bebas pada atom nitrogen (N) yang dapat berikatan dengan logam (Fe) membentuk lapisan inhibitor sehingga mencegah besi teroksidasi (Issaadi dkk., 2011). Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas inhibitor korosi adalah metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Metode polarisasi potensiodinamik bertujuan untuk mengetahui tipe inhibitor dan mendapatkan data korosifitas material logam berupa nilai arus korosi (I_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}), sehingga dapat diketahui laju korosinya (Nikitasari dkk., 2016). Pengujian aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff dengan metode polarisasi

potensiodinamik telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Keleş dkk. (2021) telah melakukan uji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff 2-((4-(dimetilamino)benzilidin)-amino)benzentiol (DBB) pada baja karbon dalam media HCl 1 M dengan variasi konsentrasi inhibitor dan suhu pengukuran menggunakan metode polarisasi potensiodinamik menghasilkan efisiensi pada rentang 52,5-92,6%. Abdelsalam dkk. (2022) mensintesis senyawa basa Schiff 1-((1H-1,2,4-triazol-3-ilimino)metil)naftalen-2-ol (TMN) dan melakukan uji aktivitas inhibitor korosi pada baja dalam media HCl 1 M dengan variasi konsentrasi inhibitor menggunakan metode polarisasi potensiodinamik menghasilkan efisiensi pada rentang 59,75-88,87%. Sementara Nasser dkk. (2023) menguji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff ((N¹Z,N⁴E)-N¹,N⁴-bis(4(dimetilaminobenzilidin)-butana1,4-diamina) pada baja X65 dalam media HCl 1 M dengan variasi konsentrasi inhibitor menggunakan metode polarisasi potensiodinamik menghasilkan efisiensi berkisar 33,38-90,2%.

Pengujian inhibitor korosi dengan metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) bertujuan untuk mengetahui sifat permukaan logam dan mengonfirmasi terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan spesimen. Pengujian senyawa basa Schiff sebagai inhibitor korosi menggunakan metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) salah satunya dilakukan oleh Bedair dkk. (2020) yang telah melakukan uji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff bis(4(dimetilamino)benzilidin)bifenil-4,4'-diamin pada baja karbon dalam media HCl 1 M dengan variasi konsentrasi inhibitor menghasilkan efisiensi pada rentang 81,83-95,97%. Tezcan dkk. (2018) mensintesis senyawa basa Schiff (4-((tiofena-2-ilimetilen)amino)benza-mida) dan menguji aktivitas inhibitor korosi pada *mild steel* dalam media HCl 1 M dengan variasi konsentrasi inhibitor menghasilkan efisiensi berkisar 62,5-96,5%. Sementara Gupta dkk. (2023) telah menguji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff (Z)-N'-(4-hidroksi-3-metoksibenzilidin)-6-metil-2-okso-4-fenil-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karbohidrazida pada *mild steel* dalam media 15% HCl dengan variasi konsentrasi inhibitor menghasilkan efisiensi yaitu 72-96,75%.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan sintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode *green synthesis* yaitu dengan metode penggerusan. Kemudian senyawa produk sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan GC-MS. Selanjutnya produk basa Schiff diaplikasikan sebagai inhibitor korosi pada *mild steel* menggunakan metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dalam media HCl 1 M.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik warna, wujud, titik lebur serta sifat kimia senyawa produk sintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan serta berdasarkan analisa gugus fungsi dan GC-MS?

2. Berapa nilai efisiensi inhibitor korosi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol pada *mild steel* dengan metode polarisasi potensiodinamik?
3. Berapa nilai efisiensi inhibitor korosi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol pada *mild steel* dengan metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik warna, wujud, titik lebur serta sifat kimia senyawa produk sintesis basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan serta berdasarkan analisa gugus fungsi dan GC-MS.
2. Untuk mengetahui nilai efisiensi inhibitor korosi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol pada *mild steel* dengan metode polarisasi potensiodinamik.
3. Untuk mengetahui nilai efisiensi inhibitor korosi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol pada *mild steel* dengan metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS).

1.4 Batasan Masalah

1. Perbandingan mol o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol adalah 1:1.
2. Metode sintesis senyawa basa Schiff yang digunakan adalah metode penggerusan.
3. Uji titik lebur produk sintesis menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA) dan uji kelarutan produk sintesis dalam basa dengan larutan NaOH 2 M dan Akuades.
4. Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR dan GC-MS.
5. Metode yang digunakan untuk uji aktivitas inhibitor korosi produk sintesis pada *mild steel* adalah metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS).

1.5 Manfaat Penelitian

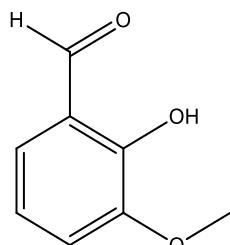
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan serta aktivitas inhibitor korosi produk sintesis dengan metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) pada *mild steel* dalam media HCl 1 M.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 o-Vanilin

o-Vanilin merupakan senyawa organik dengan rumus molekul C₈H₈O₃. Nama lain dari senyawa *o*-vanilin adalah 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida (Feigl & Anger, 2012). *ortho*-Vanilin merupakan isomer dari senyawa vanilin yang banyak digunakan oleh industri makanan dan farmasi (Chen dkk., 2021). Senyawa ini dapat ditemukan alami dalam minyak esensial dari berbagai tanaman dan memiliki aktivitas sebagai antijamur dan antibakteri (Shahid dkk., 2018). Senyawa *o*-vanilin berwujud padat pada suhu ruang dan berwarna kuning. Berat molekul dari senyawa *o*-vanilin adalah sebesar 152,15 g/mol dengan densitas 1,2314 g/cm³ (Yaws, 2015). Selain itu, *o*-vanilin memiliki titik didih pada 265,5°C dan titik lebur pada 40-42°C (Sigma-Aldrich, 2019). Struktur kimia senyawa *o*-vanilin ditunjukkan pada Gambar 2.1.

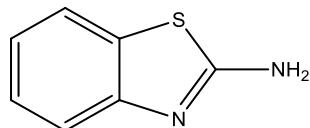


Gambar 2.1 Struktur senyawa *o*-vanilin

Terdapat tiga gugus fungsi utama dalam struktur senyawa *o*-vanilin yaitu gugus aldehida, metoksi, dan hidroksi. Gugus aldehida merupakan gugus yang paling mudah bereaksi karena terdapat atom oksigen (O) pada gugus karbonil yang mampu menarik elektron pada atom C (Kumar dkk., 2012). Gugus karbonil pada aldehida menunjukkan muatan parsial positif pada atom karbon dan muatan parsial negatif pada atom oksigen. Sehingga gugus aldehida yang nantinya akan bereaksi dengan amina primer membentuk gugus fungsi imina (C=N) yang merupakan gugus fungsi khas senyawa basa Schiff (Zarei & Jarrahpour, 2011).

2.2 2-Aminobenzotiazol

2-Aminobenzotiazol merupakan senyawa organik dengan rumus molekul C₇H₆N₂S. Nama lain dari senyawa 2-aminobenzotiazol yaitu 1,3-benzotiazol-2-amino. Senyawa ini termasuk dalam golongan amina yang mengandung heteroatom pada cincinnya. Senyawa yang mengandung gugus benzotiazol memiliki aktivitas farmakologis dan fisiologis (Dadmal dkk., 2018). Adapun sifat fisik dari senyawa 2-aminobenzotiazol antara lain berwujud padat, berwarna abu-abu keputihan (krem), tidak berbau, berat molekul sebesar 150,2 g/mol dengan titik didih pada 190-195°C dan titik lebur pada 126-129°C (Sigma-Aldrich, 2019). Kelarutan dari senyawa 2-aminobenzotiazol adalah sedikit larut dalam air dan larut dalam asam pekat. Struktur kimia dari senyawa 2-aminobenzotiazol ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur senyawa 2-aminobenzotiazol (Patil dkk., 2015)

Pada strukturnya, senyawa 2-aminobenzotiazol memiliki atom nitrogen (N) dan sulfur (S) yang dapat berperan sebagai antitumor (Al-Talib dkk., 2016), antikonvulsan (Liu dkk., 2016), antimikroba (Shafiq dkk., 2016), antimalaria (Sadhasivam dkk., 2016), antijamur (Maddila dkk., 2016), dan antidiabetes (Gong dkk., 2017). Selain itu, turunan dari senyawa benzotiazol dapat digunakan sebagai obat penghilang rasa sakit dan mengurangi kram otot dengan berinteraksi dengan transfer saraf glutamat dalam biokimia dan percobaan elektrofisiologis (Suyambulingam dkk., 2016).

2.3 Mild Steel

Baja merupakan salah satu jenis logam yang banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini baja banyak digunakan untuk kebutuhan konstruksi dan bahan bangunan seperti jembatan dan rangka gedung (Bayu Permadi & Endah Palupi, 2014). Baja memiliki peran penting dalam konstruksi bangunan karena sebagian besar konstruksi menggunakan baja karbon ringan (*mild steel/low carbon steel*). *Mild steel* termasuk dalam baja karbon ringan karena umumnya memiliki rentang kadar karbon pada 0,05-0,25% (Amosun dkk., 2023). Alasan *Mild steel* banyak digunakan adalah karena sifatnya yang kuat, mudah dibentuk, murah, dan mudah dilakukan pengelasan sehingga pengaplikasiannya bisa dilakukan sesuai kebutuhan. Sedangkan kelemahan dari *mild steel* sendiri adalah mudah terserang korosi (Bayu Permadi & Endah Palupi, 2014).

Tabel 2.1 Kandungan unsur pada *mild steel* (Rajkumar dkk., 2020)

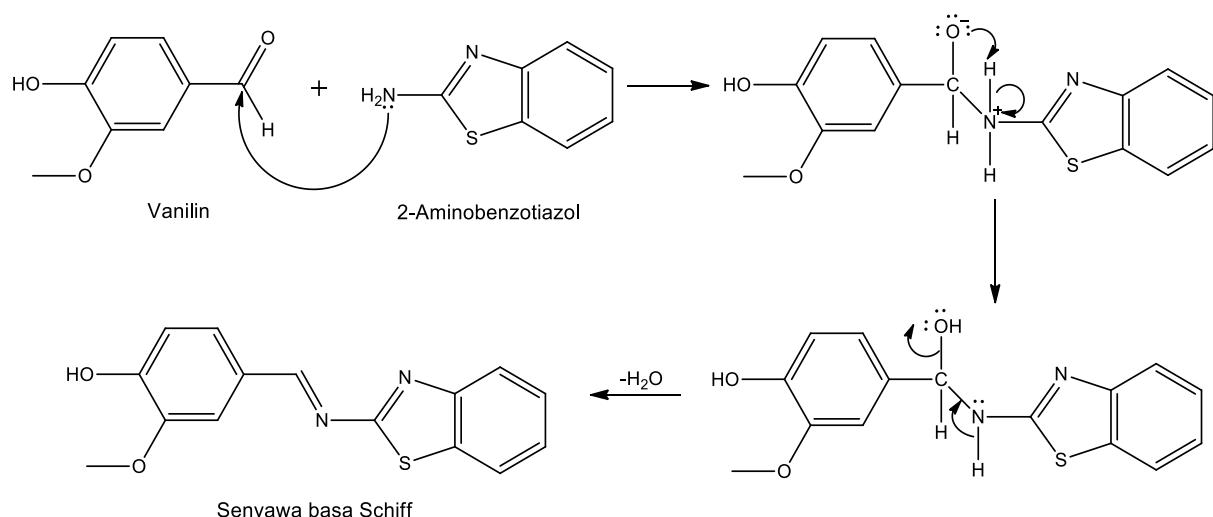
Unsur	Karbon (C)	Tembaga (Cu)	Mangan (Mn)	Fosfor (P)	Silikon (Si)	Sulfur (S)	Besi (Fe)
Kadar (%)	0,25-0,29	0,20	1,03	0,04	0,28	0,05	98

Secara umum baja *mild steel* merupakan campuran dari beberapa unsur kimia seperti karbon (C), besi (Fe), mangan (Mn), silikon (Si), sulfur (S) dan fosfor (P). Tabel 2.1 menunjukkan kadar unsur kimia yang terkandung pada baja *mild steel*. Berdasarkan kandungannya, *mild steel* merupakan perpaduan antara suatu logam dengan logam induk yaitu besi (Fe). Sifat dari *mild steel* bergantung pada jumlah karbon yang terkandung didalamnya. Baja *mild steel* mengandung karbon hingga 0,25% diantara unsur penyusun lainnya (Amosun dkk., 2023). Hal inilah yang menyebabkan *mild steel* dapat diubah menjadi berbagai macam bentuk seperti peralatan rumah tangga, kerangka mobil, dan lainnya (Jiang dkk., 2012).

2.4 Senyawa Basa Schiff

Senyawa basa Schiff atau senyawa azometin adalah senyawa yang dihasilkan dari reaksi kondensasi (adisi-eliminasi) gugus aldehida/keton dengan suatu amina primer ($-\text{NH}_2$) (Sebastian & Thapa, 2015). Karakteristik dari senyawa basa Schiff adalah adanya gugus imina ($\text{C}=\text{N}$). Umumnya reaksi sintesis basa Schiff terjadi secara *reversible* (dua arah). Reaksi yang terjadi secara *reversible* ini dikatalisis oleh suatu asam dan menggunakan pelarut organik yang volatil. Namun, sintesis basa Schiff juga dapat terjadi secara *irreversible* (satu arah). Reaksi yang terjadi secara *irreversible* umumnya adalah reaksi tanpa menggunakan katalis dan pelarut atau disebut dengan metode *green synthesis* (Griesbeck, 2012).

Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode *green synthesis* diharapkan dapat meminimalisir terjadinya reaksi *reversible* sehingga dapat menghasilkan persen rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan katalis dan pelarut dari bahan kimia (konvensional). Mekanisme sintesis senyawa basa Schiff terdiri dari dua tahap. Tahap pertama merupakan tahap adisi yaitu terjadi serangan gugus amina ($\text{N}-\text{H}$) terhadap gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) pada aldehida/keton. Sedangkan tahap kedua yaitu tahap eliminasi dimana atom nitrogen terdeprotonasi dan terbentuknya gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang disertai dengan terlepasnya molekul air (Hasanah dkk., 2017). Penelitian sintesis senyawa basa Schiff telah banyak dilakukan, Maulana (2022) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol tanpa menggunakan pelarut dan katalis. Berdasarkan pada penelitian tersebut, mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan 2-aminobenzotiazol (Maulana, 2022)

2.5 Sintesis Basa Schiff dengan Metode Penggerusan

Metode penggerusan termasuk dalam salah satu teknik sintesis senyawa basa Schiff yang sesuai dengan aspek *green synthesis* (Kailas dkk., 2016). Energi aktivasi yang diperlukan untuk terjadinya suatu reaksi kimia yang berkaitan secara langsung dengan jumlah

energi dalam sistem dapat diperoleh dengan metode penggerusan (Kouznetsov dkk., 2016). Saat proses penggerusan, terjadi transfer energi berupa panas yang dihasilkan dari gesekan yang diberikan. Percepatan laju reaksi terjadi karena adanya konversi energi mekanik (energi kinetik saat penggerusan) menjadi panas (kalor) sehingga dapat mendorong terjadinya tumbukan antar molekul dan reaksi kimia (Sana dkk., 2012). Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode penggerusan telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti penelitian yang dilakukan oleh Hanapi (2016) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan anilina tanpa katalis dan pelarut dengan variasi waktu penggerusan yaitu 10, 20, 30, dan 40 menit menghasilkan persen rendemen berturut-turut yaitu 92,5%; 94,8%, 93,5%; 89,8%.

Penelitian lain sintesis senyawa basa Schiff dengan metode penggerusan dilakukan oleh Bendale dkk. (2011) yang mensintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-toluidina dengan waktu penggerusan 10-12 menit. Kemudian produk sintesis didiamkan selama semalam dan menghasilkan rendemen sebesar 95,8%. Hasanah dkk. (2017) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari vanilin dan *p*-toluidina menggunakan metode penggerusan dengan variasi waktu penggerusan menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 96,08% pada 20 menit waktu penggerusan. Selain itu Zarei & Jarrahpour (2011) telah mensintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina menggunakan metode penggerusan selama 1 menit. Produk hasil sintesis didiamkan selama 1,5 jam dan air yang terbentuk dikeringkan dalam vakum pada suhu 70°C. Hasil yang diperoleh menunjukkan rendemen sebesar 97% dengan titik lebur pada 155-157°C. Yusuf dkk. (2020) juga telah mensintesis senyawa basa Schiff dari *o*-toluidina dan 2-nitrobenzaldehida menggunakan metode penggerusan selama 5 menit menghasilkan senyawa berwarna kuning dengan rendemen sebesar 96% dan titik lebur pada 89°C.

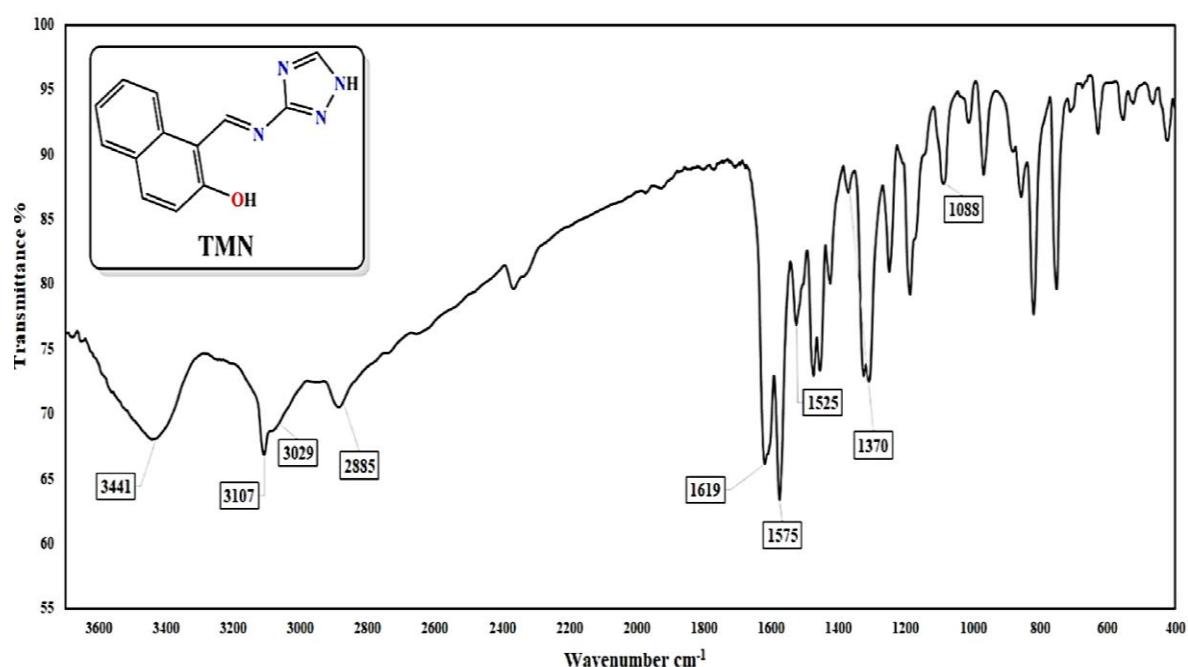
2.6 Karakterisasi Senyawa Basa Schiff

2.6.1 Karakterisasi Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan alat yang berfungsi untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan menganalisis gugus fungsi suatu senyawa organik berdasarkan vibrasi molekul. Sinar radiasi elektromagnetik yang digunakan dalam FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi adalah sinar inframerah. Daerah inframerah yang umum digunakan untuk analisis senyawa adalah IR sedang ($4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$) karena pada daerah tersebut akan terjadi serapan vibrasi gugus fungsi pada struktur senyawa (Gandjar & Rohman, 2007). Prinsip analisis menggunakan FTIR adalah interaksi gelombang elektromagnetik inframerah dengan suatu materi. Dimana sinar inframerah akan melewati celah sampel yang kemudian akan diserap oleh senyawa dan yang lainnya akan diteruskan lewat permukaan sehingga akan ditangkap oleh detektor dan sinyal yang terukur akan direkam oleh rekorder untuk ditampilkan dalam bentuk spektra.

Secara umum, FTIR dapat digunakan untuk analisis baik kualitatif maupun kuantitatif senyawa organik. Analisis kualitatif meliputi identifikasi zat yang diketahui dengan

membandingkan spektrum sampel dengan spektrum standar. Selain itu dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang strukturnya tidak diketahui. Sedangkan untuk analisis kuantitatif dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi analit dalam sampel (Hou dkk., 2018; Sari dkk., 2018). Menurut Ummathur dkk. (2009), karakteristik senyawa basa Schiff dalam spektra IR adalah serapan gugus imina ($C=N$) pada daerah bilangan gelombang 1550-1600 cm^{-1} dengan intensitas yang kuat. Gambar 2.4 merupakan hasil karakterisasi senyawa basa Schiff 1-((1H-1,2,4-triazol-3-ilimino)metil)naftalen-2-ol (TMN) yang dilakukan oleh Abdelsalam dkk. (2022) menunjukkan serapan gugus imina ($C=N$) pada bilangan gelombang 1619 cm^{-1} , $C_{sp^2}-H$ aromatik pada bilangan gelombang 3029 cm^{-1} , C-H alifatik pada bilangan gelombang 2885 cm^{-1} , dan gugus $C=C$ berada pada bilangan gelombang 1525 cm^{-1} .



Gambar 2.4 Spektra FTIR senyawa basa Schiff (TMN) (Abdelsalam dkk., 2022)

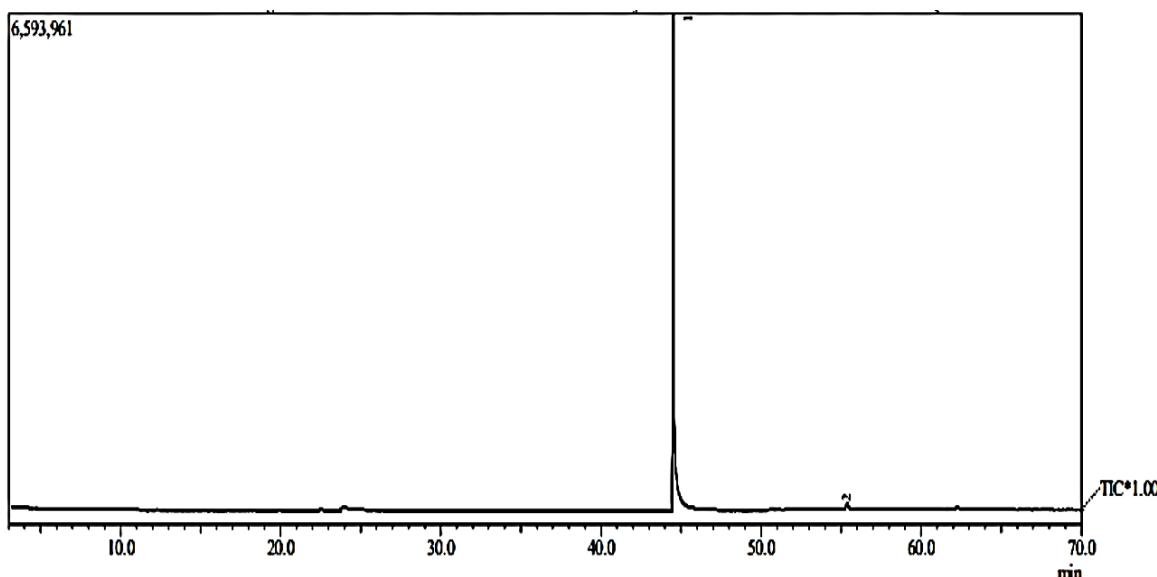
Shobaruddin (2023) mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menghasilkan serapan gugus imina pada bilangan gelombang 1595 cm^{-1} . Sedangkan (Abu-Yamin dkk., 2022) telah mensintesis senyawa basa Schiff (1E,2E)-N-(6-etoksi-benzotiazol-2-il)-3-(furan-2-il)prop-2-en-1-imina dan mengkarakterisasi menggunakan FTIR menghasilkan serapan imina ($C=N$) pada bilangan gelombang 1616 cm^{-1} .

2.6.2 Karakterisasi Menggunakan GC-MS

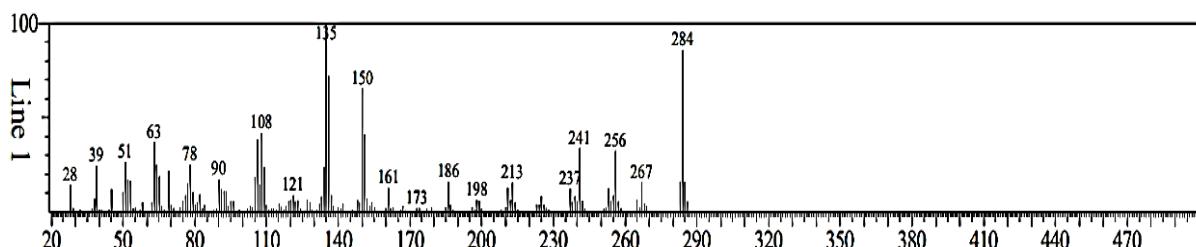
Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) adalah teknik kromatografi gas yang digunakan secara bersama dengan spektroskopi massa. Kromatografi gas bertujuan untuk memisahkan senyawa yang berada dalam sampel menjadi senyawa lebih murni berdasarkan volatilitas dengan mengalirkan gas pembawa sebagai fase gerak yang bersifat *inert* dan membawa sampel menuju fase diam di dalam kolom. Sedangkan spektroskopi

massa bertujuan untuk mengetahui berat molekul senyawa yang terpisah pada kromatografi gas dan identifikasi struktur berdasarkan pola fragmentasi (Darmapatni, 2016).

Prinsip analisis menggunakan GC-MS adalah memisahkan komponen senyawa dalam suatu campuran berdasarkan perbedaan distribusi pada fase gerak dan fase diam. Dimana setiap komponen senyawa yang terpisah dibuat spektrum massa dengan hasil ketelitian yang tinggi. Hasil analisis dengan kromatografi gas adalah dalam bentuk kromatogram yang menunjukkan jumlah senyawa yang terkandung dalam sampel, sedangkan hasil analisis menggunakan spektroskopi massa ditampilkan dalam bentuk spektrum massa yang menunjukkan berat molekul dari senyawa yang dianalisis (Kusumaningrum dkk., 2021). Analisis senyawa basa Schiff menggunakan GC-MS telah banyak dilakukan salah satunya Shobaruddin (2023) telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menghasilkan 2 puncak pada kromatogram yang menunjukkan hanya terdapat satu senyawa pada sampel. Puncak kedua merupakan puncak dari senyawa target yaitu 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol yang muncul pada waktu retensi 44,539 menit dengan luas area sebesar 98,54%. Selain itu diperoleh nilai nilai ion molekular m/z 284 yang telah sesuai dengan berat molekul senyawa target sintesis 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol.



Gambar 2.5 Kromatogram senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol (Shobaruddin, 2023)



Gambar 2.6 Spektra massa puncak senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol (Shobaruddin, 2023)

Penelitian lain dilakukan oleh Kusumaningrum dkk. (2021) telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari vanilin dan *p*-anisidina menggunakan GC-MS menghasilkan satu puncak kromatogram. Puncak tersebut merupakan puncak senyawa basa Schiff dengan waktu retensi 44,171 menit dan luas area sebesar 100%. Berdasarkan spektra massa diperoleh ion molekuler sebesar *m/z* 257 yang merupakan *base peak* sekaligus ion molekular. Alfin (2021) juga telah mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dari 4-formilpiridina dan *p*-anisidina menggunakan GC-MS menghasilkan 1 puncak pada kromatogram. Puncak senyawa target muncul pada waktu retensi 36 menit dengan luas area sebesar 100%. Selain itu diperoleh ion molekuler sebesar *m/z* 212 yang telah sesuai dengan berat molekul dari senyawa target.

2.7 Korosi

Korosi adalah degradasi atau menurunnya kualitas suatu material akibat terjadinya reaksi kimia antara logam dengan lingkungannya. Korosi merupakan suatu proses kerusakan bahan logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. Proses korosi dapat terjadi pada semua material logam salah satunya adalah *mild steel*. Korosi menjadi suatu masalah yang merugikan sehingga perlu mendapatkan perlakuan khusus akibat efek yang ditimbulkannya. Fenomena korosi terjadi secara alamiah sehingga tidak dapat dihindari atau dihentikan, melainkan dapat dikendalikan dan mengurangi laju korosinya (Afandi dkk., 2015).

Korosi dapat terjadi karena proses fisik, kimia, maupun biologi. Korosi fisik dapat terjadi karena kontak antara logam dengan ion di lingkungan. Korosi kimia terjadi karena adanya senyawa kimia yang dapat menyebabkan korosi seperti asam ataupun merkuri. Sedangkan korosi biologi dapat terjadi karena adanya mikroba penyebab korosi (Natasya dkk., 2022). Korosi dapat terjadi apabila memenuhi empat elemen yaitu (Afandi dkk., 2015):

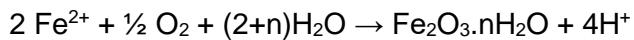
1. Anoda, sebagai tempat terjadinya reaksi oksidasi yaitu lepasnya elektron pada logam netral menjadi ion logam yang membentuk karat (bentuk teroksidasi).

$$M \rightarrow M^+ + e$$
2. Katoda, sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi yaitu menerima elektron yang terlepas dari logam.
3. Arus listrik, yaitu adanya arus listrik yang mengalir dari anoda ke katoda.
4. Larutan korosif (elektrolit), yaitu sebagai larutan mengandung ion-ion yang dapat menghantarkan arus listrik.

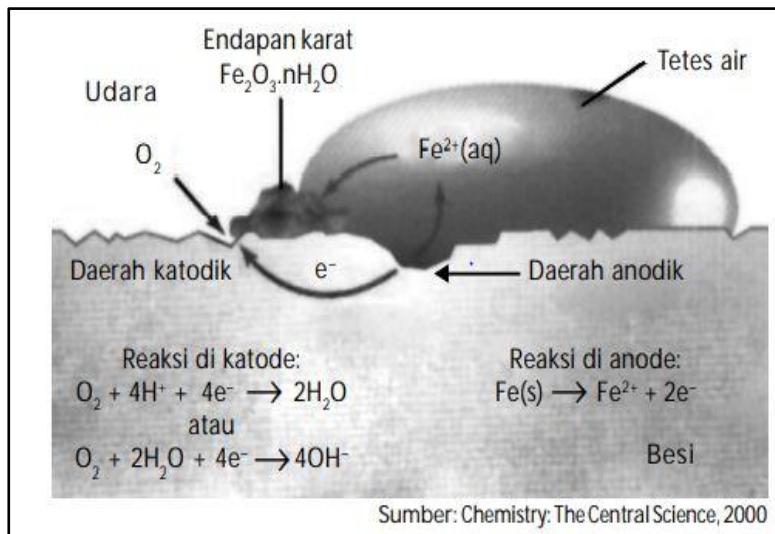
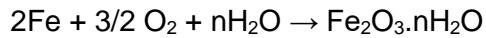
Agar reaksi dapat terjadi, keempat elemen tersebut harus ada. Jika salah satu dari keempat elemen tidak terpenuhi maka korosi tidak dapat terjadi. Adapun reaksi korosi yang terjadi dalam suasana asam adalah (Hidayatullah, 2019):

Anoda	:	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$	$E^0 = -0,44$
Katoda	:	$O_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$	$E^0 = +1,23$
Keseluruhan	:	$2Fe + O_2 + 4H^+ \rightarrow 2Fe^{2+} + 2H_2O$	$E_{sel}^0 = +1,67$

Ion Fe^{2+} yang terbentuk pada anoda akan terdispersi dalam air dan bereaksi dengan oksigen membentuk karat dengan reaksi sebagai berikut.



Sehingga secara keseluruhan reaksi pembentukan korosi yaitu:



Gambar 2.7 Proses korosi pada besi

Laju korosi pada logam dapat dikendalikan dengan menambahkan senyawa kimia pada sistem terkorosi. Proses pengendalian laju korosi disebut sebagai inhibisi. Sedangkan senyawa yang berperan mengendalikan laju korosi disebut inhibitor korosi (Schweitzer, 2017). Inhibitor korosi adalah senyawa yang ditambahkan dalam konsentrasi yang kecil dapat menurunkan laju reaksi oksidasi pada anoda atau laju reaksi reduksi pada katoda, atau keduanya (Monticelli, 2018). Penurunan laju korosi oleh inhibitor dilakukan dengan cara membentuk lapisan inhibitor pada permukaan logam sehingga menghambat reaksi pelarutan logam pada anoda dan/atau evolusi hidrogen pada katoda. Berdasarkan mekanismenya inhibitor korosi dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu (Abbout, 2020):

1. Inhibitor anodik

Inhibitor anodik (inhibitor pasif) adalah jenis inhibitor yang menghambat reaksi oksidasi logam pada anoda dan memiliki kemampuan menerima elektron pada reaksi redoks (Myrdal, 2010). Inhibitor anodik dapat menurunkan laju reaksi oksidasi pada anoda dengan cara membentuk lapisan inhibitor pada permukaan logam yang dapat mencegah terjadinya pelarutan logam (Al-Amiry dkk., 2023). Lapisan inhibitor yang terbentuk merupakan hasil reaksi antara molekul inhibitor dengan ion-ion logam yang terkorosi. Selain itu inhibitor anodik akan menggeser nilai potensial korosi menuju arah positif yang menyebabkan logam menjadi pasif. Kelemahan dari inhibitor anodik adalah

dapat menyebabkan *pitting* saat konsentrasi inhibitor tidak sesuai sehingga dapat mempercepat laju korosi.

2. Inhibitor katodik

Inhibitor katodik merupakan penerima proton yang kuat dan dapat menurunkan laju reaksi reduksi dengan cara membentuk endapan garam yang kurang larut dalam air dan menutupi area katoda sehingga menghambat transfer oksigen pada sisi katodik. Pengurangan interaksi oksigen dalam sistem korosi akan menurunkan potensial korosi dan laju korosi (Myrdal, 2010). Inhibitor katodik akan menggeser nilai potensial korosi menuju arah negatif. Mekanisme lain yang dilakukan oleh inhibitor katodik untuk menurunkan laju korosi adalah *cathodic poisons* dan *oxygen scavenger*. Dimana pada *cathodic poisons* senyawa inhibitor akan menghambat pembentukan gas hidrogen (H_2) sedangkan pada mekanisme *oxygen scavenger* senyawa inhibitor akan bereaksi dengan oksigen untuk mengurangi kandungan oksigen yang terlarut sehingga reaksi reduksi akan terhambat.

3. Inhibitor tipe campuran

Inhibitor tipe campuran dapat menurunkan laju reaksi pada anodik dan katodik secara bersamaan. Hal ini disebabkan karena inhibitor tipe campuran bekerja baik pada anoda maupun katoda. Inhibitor tipe campuran menurunkan laju korosi tanpa merubah potensial korosi secara signifikan. Potensial korosi dapat bergeser pada sisi anodik atau katodik bergantung pada reaksi setengah sel yang paling terpengaruhi (Myrdal, 2010). Inhibitor tipe campuran melindungi logam dengan dengan cara fisisorpsi (adsorpsi fisik) maupun kemisorpsi. Fisisorpsi merupakan interaksi elektrostatik antara inhibitor bermuatan positif dengan ion bermuatan negatif yang teradsorp pada permukaan logam. Molekul inhibitor yang teradsorp secara fisik mudah mengalami desorpsi karena pengaruh suhu. Oleh karena itu interaksi inhibitor yang efektif adalah secara kemisorpsi. Dimana pada proses kemisorpsi terjadi transfer atau serah terima elektron antara molekul inhibitor dengan logam (Fe) yang memiliki orbital kosong sehingga membentuk ikatan kovalen koordinasi. Proses kemisorpsi berlangsung lebih lama daripada fisisorpsi. Namun interaksi secara kemisorpsi lebih kuat dibandingkan secara fisisorpsi (Papavinasam, 2000).

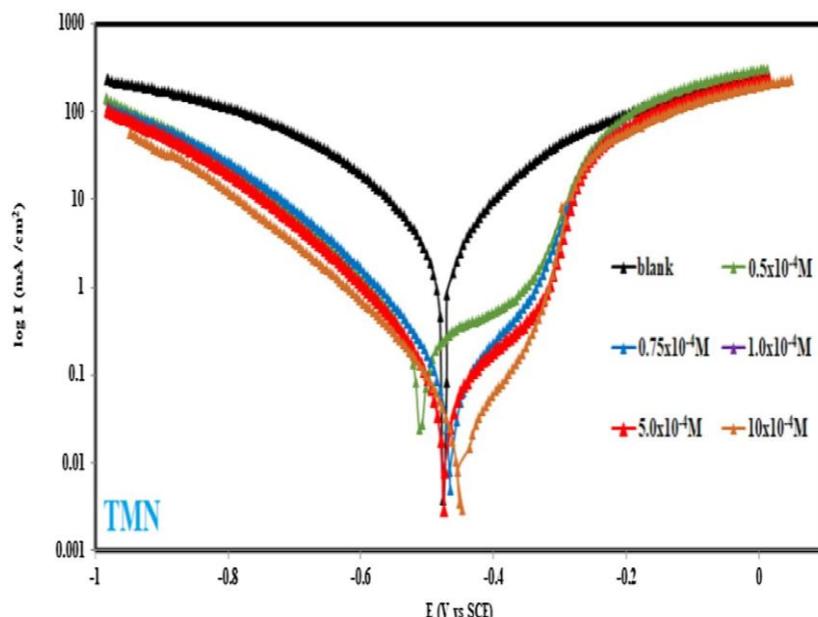
2.8 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff

2.8.1 Metode Polarisasi Potensiiodinamik

Polarisasi potensiiodinamik merupakan metode analisis korosi yang digunakan untuk mengetahui nilai arus korosi (I_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}) dari suatu sistem elektrokimia. Selain itu metode polarisasi potensiiodinamik juga dapat menentukan mekanisme reaksi baik anodik maupun katodik serta mengidentifikasi pengaruh konsentrasi inhibitor terhadap reaksi katodik atau anodik (Obot dkk., 2013). Pada pengukuran dengan metode polarisasi

potensiodynamik, digunakan sistem alat 3 elektroda yang disambungkan pada potensiostat dan hasil (*output*) pengukuran berupa kurva Tafel. Elektroda yang digunakan diantaranya elektroda kerja yaitu elektroda yang akan diukur potensial dan arus korosinya, elektroda bantu berupa logam *inert* yang berfungsi untuk menghantarkan dan menstabilkan potensial yang diberikan pada elektroda kerja, dan elektroda pembanding yang digunakan sebagai titik dasar pengukuran pada elektroda kerja (Ardyansyah, 2015).

Prinsip pengukuran menggunakan metode polarisasi potensiodynamik yaitu diberikan suatu potensial baik potensial positif maupun negatif persatuan waktu untuk memicu terjadinya reaksi reduksi-oksidasi (reaksi redoks). Dimana, dalam metode polarisasi potensiodynamik dikenal istilah polarisasi katodik dan polarisasi anodik. Polarisasi katodik terjadi ketika elektroda kerja diberi potensial negatif. Sedangkan polarisasi anodik terjadi ketika elektroda kerja diberikan potensial positif. Pada proses pengukuran, dilakukan *scan* dari potensial negatif sampai potensial positif. Saat elektroda kerja diberi potensial negatif, maka elektroda kerja akan mengalami reaksi reduksi (katodik) yang ditunjukkan dengan gradient negatif. Reaksi akan berjalan terus hingga arus reduksi bernilai nol pada potensial tertentu yang disebut dengan potensial korosi (E_{corr}). Kemudian elektroda kerja akan mengalami reaksi oksidasi (anodik) ketika diberi potensial positif yang ditunjukkan dengan gradient positif pada kurva tafel (Ardyansyah, 2015). Parameter korosi yang diperoleh dari pengukuran menggunakan metode polarisasi potensiodynamik diantaranya adalah arus korosi (I_{corr}), potensial korosi (E_{corr}), kemiringan kurva anodik (β_a), kemiringan kurva katodik (β_c), laju korosi (CR), dan persen efisiensi inhibisi (η_p). Penelitian yang dilakukan oleh Abdelsalam dkk. (2022) menguji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff 1-((1H-1,2,4-triazol-3-ilimino)metil)-naftalen-2-ol (TMN) pada baja dengan media HCl 1 M menggunakan metode polarisasi potensiodynamik menghasilkan kurva Tafel yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kurva Tafel senyawa basa Schiff (TMN) (Abdelsalam dkk., 2022)

Tabel 2.2 Data hasil pengujian inhibitor korosi senyawa basa Schiff (TMN) menggunakan metode polarisasi potensiodinamik (Abdelsalam dkk., 2022)

Nama inhibitor	Conc. (M)	-E _{corr} (mV)	I _{corr} ($\mu\text{A cm}^{-2}$)	β_a (mV dec $^{-1}$)	β_c (mV dec $^{-1}$)	CR (mpy)	η_p (%)
Kontrol	0,0x10 $^{-4}$	471	410	148,3	166,7	187,11	-
	0,5x10 $^{-4}$	505	165	150,6	151,9	75,26	59,75
	0,75x10 $^{-4}$	464	142	139,5	164,1	64,87	65,36
	1,0x10 $^{-4}$	511	122	146,3	145,3	55,88	70,24
	5,0x10 $^{-4}$	473	81,4	133,7	152,3	37,21	80,14
	10x10 $^{-4}$	449	45,6	124,7	151,3	20,82	88,87

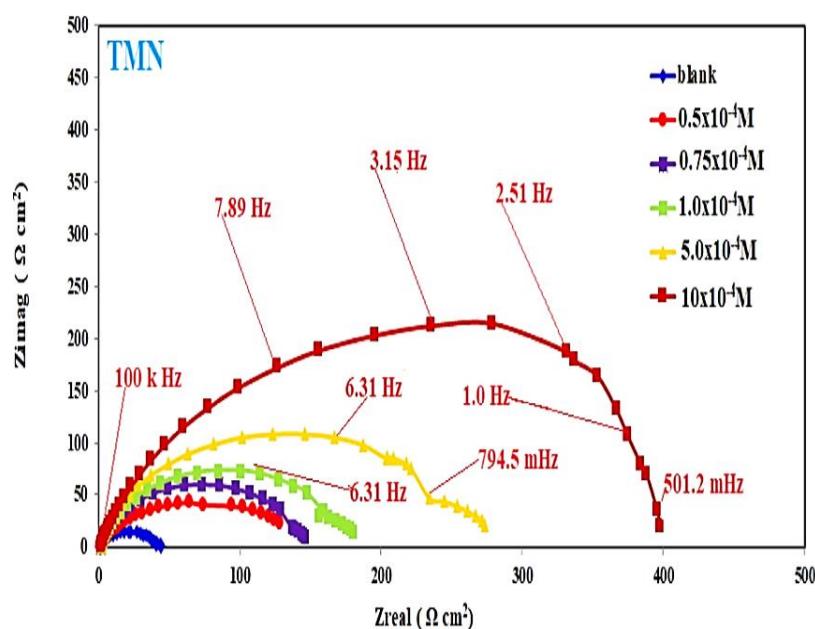
Berdasarkan Tabel 2.2 menunjukkan hubungan arus korosi (I_{corr}) dengan konsentrasi inhibitor adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi konsentrasi inhibitor maka nilai arus korosi akan semakin kecil. Sedangkan konsentrasi inhibitor akan berbanding lurus dengan persen efisiensi inhibitor korosi dimana semakin tinggi konsentrasi inhibitor korosi maka akan semakin tinggi pula efisiensi inhibisinya. Penelitian yang dilakukan oleh (Abdelsalam dkk., 2022) tersebut menghasilkan rentang efisiensi inhibisi yaitu 59,75-88,87%. Penelitian lain dilakukan oleh (Bedair dkk., 2017) yang menguji senyawa basa Schiff dari 4-((3-formil-4-hidroksifenil)diazenil)benzena asam sulfonat dengan benzena-1,4-diamina menggunakan metode polarisasi potensiodinamik pada baja dalam media HCl 1 M menunjukkan hubungan antara konsentrasi inhibitor berbanding lurus dengan persen efisiensi inhibisi yaitu pada rentang 73,04-91,63%.

2.8.2 Metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)

Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) merupakan salah satu metode elektrokimia yang digunakan untuk menentukan perilaku korosi pada suatu material seperti *mild steel* dalam suasana asam (Abdelsalam dkk., 2022). Selain itu metode EIS juga dapat mengetahui proses terjadinya transfer muatan antara elektroda dan elektrolit serta terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan spesimen. Prinsip pengukuran dengan metode EIS adalah didasarkan pada gangguan sistem elektrokimia dalam keadaan setimbang melalui penerapan sinyal sinusoidal (arus AC) pada rentang frekuensi yang luas dan pemantauan pada respon sinusoidal (Lazanas & Prodromidis, 2023).

Parameter yang diukur pada pengujian menggunakan metode EIS diantaranya adalah hambatan larutan (R_s) dan hambatan transfer muatan (R_{ct}) atau hambatan polarisasi (Rp). Hasil dari pengukuran menggunakan metode EIS adalah berupa kurva Nyquist yang menghubungkan antara impedansi nyata (Z_{real}) dan impedansi imajiner (Z_{imag}) (Magar dkk., 2021). Dimana impedansi nyata (Z_{real}) menunjukkan resistansi yaitu kemampuan inhibitor dalam menghambat arus listrik. Sedangkan impedansi imajiner (Z_{imag}) menunjukkan kapasitansi yaitu kemampuan inhibitor menyimpan energi dalam bentuk muatan listrik (Elton, 2017). Pada kurva Nyquist, terdapat spektra impedansi berbentuk setengah lingkaran yang menunjukkan hambatan arus listrik oleh inhibitor atau hambatan transfer muatan antara

elektroda dengan media korosi/elektrolit (Lebrini dkk., 2007). Diameter kurva akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor karena hambatan transfer muatan antara elektroda dan elektrolit semakin besar. Selain itu bertambahnya konsentrasi inhibitor, nilai hambatan transfer muatan (R_{ct}) akan meningkat namun nilai kapasitas lapis ganda (C_{dl}) akan menurun yang dapat diakibatkan terbentuknya selaput tipis pada material uji dan adsorpsi dari inhibitor pada permukaan material (Ansari & Quraishi, 2014). Gambar 2.9 merupakan kurva Nyquist senyawa basa Schiff 1-((1H-1,2,4-triazol-3-ilimino)metil)naftalen-2-ol (TMN) yang diteliti oleh Abdelsalam dkk. (2022).



Gambar 2.9 Kurva Nyquist senyawa basa Schiff (TMN) (Abdelsalam dkk., 2022)

Tabel 2.3 Data hasil pengujian inhibitor korosi senyawa basa Schiff (TMN) menggunakan metode EIS (Abdelsalam dkk., 2022)

Nama inhibitor	Conc. (M)	R_s ($\Omega \text{ cm}^2$)	R_{ct} ($\Omega \text{ cm}^2$)	C_{dl} ($\mu\text{F cm}^{-2}$)	η_z (%)
Kontrol	$0,0 \times 10^{-4}$	37,01	1,635	52,47	-
	$0,5 \times 10^{-4}$	80,69	1,100	188,10	54,13
	$0,75 \times 10^{-4}$	126,5	1,290	69,29	70,74
	$1,0 \times 10^{-4}$	152,3	1,346	74,35	75,69
	$5,0 \times 10^{-4}$	227,9	1,533	50,77	83,69
	10×10^{-4}	417,1	1,611	58,65	91,12
TMN					

Penelitian yang dilakukan oleh Abdelsalam dkk. (2022) menunjukkan bahwa nilai kapasitas lapis ganda (C_{dl}) akan menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor yang diakibatkan adanya proses adsorpsi yang terjadi antara inhibitor dengan permukaan logam. Selain itu hambatan transfer muatan (R_{ct}) akan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor. Penelitian lain yang dilakukan oleh Gupta dkk. (2023) yang menguji aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff (Z)-N'-(4-hidroksi-3-metoksibenzilidin)-6-metil-2-

okso-4-fenil-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karbohidrazida (MBTC) pada *mild steel* dalam media HCl 15% menghasilkan efisiensi inhibisi pada rentang 72-96,75%. Hasil lain menunjukkan bahwa bertambahnya konsentrasi inhibitor, kapasitas lapis ganda (C_{dl}) akan menurun sedangkan hambatan transfer muatan (R_{ct}) akan meningkat. Senyawa MBTC menunjukkan efisiensi inhibisi maksimum pada konsentrasi 150 ppm dengan nilai R_{ct} sebesar $320,67 \Omega \text{ cm}^2$.

2.9 Green Synthesis dalam Perspektif Islam

Sintesis senyawa basa Schiff dengan metode penggerusan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan lingkungan. Dimana pada metode penggerusan tidak digunakan pelarut organik dan katalis yang dapat menyebabkan pencemaran/kerusakan lingkungan. Manusia sebagai makhluk ciptaan Allah Swt. yang paling sempurna dan khalifah di bumi sejatinya harus selalu menjaga kelestarian lingkungan dan janganlah sekali-kali merusak lingkungan. Sebagaimana Allah Swt. berfirman dalam Al-Quran surah Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَجَعْنَا فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَيْخُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ
لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: “(Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “apakah engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.” (Q.S. Al-Baqarah ayat 30)

Shihab (2002) dalam tafsirnya menjelaskan, Allah Swt. menyampaikan keputusan-Nya kepada malaikat untuk menciptakan khalifah di bumi. Pesan tersebut penting karena kelak malaikat akan bertugas untuk mencatat amal perbuatan manusia. Allat Swt. mengabarkan rencana-Nya dalam mengutus khalifah dibumi adalah sebagai bentuk penghormatan kepada manusia. Sebab, Allah Swt. telah membicarakannya dengan malaikat sebelum manusia diciptakan. Para malaikat kemudian bertanya kepada Allah makna dari penciptaan khalifah. Malaikat mengira bahwa Allah Swt. akan menciptakan khalifah yang dapat merusak dan menumpahkan darah, padahal malaikat senantiasa bertasbih, memuji, dan menyucikan Allah Swt. Menurut Shihab (2002), ungkapan malaikat ini bukan karena keberatan atas rencana Allah Swt., melainkan murni bertanya. Kemudian Allah Swt. menjawab tanpa membenarkan dan menyalahkannya dalam firman “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui”. Sebagaimana dijelaskan Ibnu Katsir bahwa Allah Swt. menciptakan manusia sebagai khalifah lantaran ada kemaslahatan yang besar dibandingkan kerusakan yang dikhawatirkan.

Menjaga kelestarian alam pada dasarnya sama seperti menjaga ilmu. Apabila dimanfaatkan dengan baik dapat bermanfaat bagi lingkungan disekitarnya. Sebagai manusia

yang beriman, menyadari bahwa Allah Swt. telah menciptakan segala sesuatu di bumi tidak ada yang sia-sia dan tanpa hikmah. Manusia wajib mencari kegunaan serta manfaat atas segala sesuatu yang diciptakan oleh-Nya. Allah Swt. berfirman dalam surah Al-Jasiyah ayat 13:

وَسَحَرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَيِّعًا مِنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: “Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk mu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir.” (Q.S. Al-Jasiyah ayat 13)

Berdasarkan ayat di atas, Allah Swt. telah menundukkan semua makhluk ciptaan-Nya yang ada di langit dan di bumi. Segala sesuatu telah diciptakan sebagai rahmat dan karunia-Nya kepada manusia serta mengandung tanda-tanda kekuasaan dan keagungan-Nya agar manusia dapat menggunakan dan memanfaatkannya untuk melaksanakan tugas sebagai khalifah di bumi (Departemen Agama, 2010).

Sintesis senyawa basa Schiff secara konvensional merupakan salah satu faktor yang dapat merusak kelestarian alam karena menghasilkan limbah berbahaya. Seiring bertambahnya jaman, diperlukan metode sintesis yang aman yaitu dengan *green synthesis*. Metode penggerusan termasuk dalam aspek *green synthesis* yang memiliki peran penting dalam pencegahan terbentuknya limbah kimia berbahaya. Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya penggunaan pelarut organik dan katalis yang dapat menimbulkan produk samping yang berbahaya bagi manusia dan juga lingkungan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 21 November 2023 - 27 Maret 2024 di Laboratorium Kimia Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR dan GC-MS dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Sedangkan uji aktivitas inhibitor korosi produk sintesis dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas, tabung reaksi, bola hisap, pipet ukur, labu ukur, botol semprot, mortar dan alu, neraca analitik, spatula, cawan porselen, *Melting Point Apparatus* STUART tipe SMP11, pipa kapiler, kertas amplas ukuran 600, 800, dan 1200; desikator, spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) tipe IRPrestige-21 SHIMADZU, instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) tipe QP2010S SHIMADZU, dan alat *CorrTest Electrochemical Workstation* tipe CS310.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *o*-vanilin *p.a* 99% (Sigma Aldrich), 2-aminobenzotiazol *p.a* 97% (Sigma Aldrich), natrium hidroksida (NaOH), akuades (H_2O), kloroform ($CHCl_3$), hidrogen klorida (HCl) 37%, aseton (C_3H_6O), kalium bromida (KBr), dimetil sulfoksida (DMSO), dan *mild steel*.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui pengujian eksperimental di laboratorium. Pertama-tama senyawa basa Schiff disintesis dari *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan. Kemudian dilakukan analisis deskriptif baik secara kualitatif maupun kuantitatif pada senyawa hasil sintesis. Analisis secara kualitatif meliputi identifikasi warna, wujud, titik lebur, uji kelarutan produk sintesis dalam basa serta karakterisasi senyawa. Sedangkan secara kuantitatif yaitu menghitung persen rendemen berat produk sintesis. Karakterisasi produk sintesis dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR tipe IRPrestige-21 SHIMADZU untuk mengetahui dugaan senyawa target telah terbentuk berdasarkan gugus fungsi pada spektra FTIR dan instrumen GC-MS tipe QP2010S SHIMADZU untuk mengetahui

jumlah komponen dalam produk sintesis berdasarkan kromatogram dan identifikasi struktur melalui pola fragmentasi berdasarkan spektra massa. Sedangkan untuk pengujian aktivitas inhibitor korosi produk sintesis pada *mild steel* dalam media HCl 1 M dengan metode polarisasi potensiodinamik dan EIS dilakukan menggunakan alat *CorrTest Electrochemical Workstation* tipe CS310. Logam *mild steel* dipilih karena termasuk baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam konstruksi maupun peralatan serta memiliki harga yang murah. Media HCl digunakan sebagai media korosi karena merepresentasikan kandungan larutan dalam lingkungan asam dan banyak digunakan dalam industri pengolahan baja. Selain itu, metode polarisasi potensiodinamik digunakan untuk mengetahui laju korosi dan tipe inhibitor dari senyawa target basa Schiff. Sedangkan metode EIS digunakan untuk mengonfirmasi terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan *mild steel* yang dapat menghambat laju korosi dan mengetahui sifat permukaan logam. Pengujian aktivitas inhibitor korosi dilakukan variasi konsentrasi inhibitor untuk mengetahui nilai efisiensi inhibisi dari masing-masing variasi konsentrasi yaitu 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm.

3.4 Tahapan Penelitian

1. Sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol (mol 1:1) menggunakan metode penggerusan.
2. Karakterisasi sifat fisika produk sintesis meliputi wujud, warna, dan uji titik lebur menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA).
3. Karakterisasi sifat kimia produk sintesis berupa uji kelarutan dalam basa menggunakan larutan NaOH 2 M dan akuades.
4. Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR.
5. Karakterisasi produk sintesis menggunakan GC-MS.
6. Uji aktivitas inhibitor korosi produk sintesis menggunakan metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS).
7. Analisis data.

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dengan Metode Penggerusan

o-Vanilin sebanyak 1,1526 g (7,5 mmol) dan 1,1613 g (7,5 mmol) 2-aminobenzotiazol digerus menggunakan mortar dan alu selama 105 menit pada suhu ruang. Kemudian didiamkan produk sintesis selama ± 1,5 jam. Setelah itu produk yang terbentuk dikeringkan di dalam desikator dan ditimbang hingga massa konstan. Terakhir dihitung rendemen produk sintesis menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{massa percobaan}}{\text{massa teoritis}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.5.2 Karakterisasi Sifat Fisika Produk Sintesis

Produk hasil sintesis diamati wujud dan warnanya. Kemudian diuji titik lebur produk sintesis menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA). Diambil 0,02 gram produk sintesis kemudian dimasukkan ke dalam pipa kapiler. Setelah itu dimasukkan pipa kapiler berisi produk sintesis ke dalam blok kecil di atas blok termometer. Kemudian dinyalakan alat MPA dan dinaikkan suhu hingga 20°C/menit. Lalu diturunkan suhu menjadi 10°C/menit saat suhu mencapai 60% dari suhu perkiraan titik lebur produk sintesis (163°C). Kemudian suhu diturunkan kembali menjadi 1°C/menit ketika suhu termometer mencapai kurang dari 15°C suhu perkiraan titik lebur produk sintesis. Diamati produk sintesis hingga melebur sempurna dan ditentukan *range* titik leburnya.

3.5.3 Karakterisasi Sifat Kimia Produk Sintesis

Uji kelarutan produk sintesis basa Schiff dalam basa dilakukan menggunakan larutan NaOH 2 M dan akuades. Sebanyak 0,05 gram produk sintesis dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi yang berbeda. Kemudian ditambahkan 5 mL larutan NaOH 2 M pada tabung reaksi pertama dan ditambahkan 5 mL akuades pada tabung reaksi kedua. Terakhir dikocok masing-masing tabung reaksi dan diamati perubahan yang terjadi.

3.5.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Gugus fungsi senyawa produk sintesis diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR tipe IRPrestige-21 SHIMADZU. Senyawa produk sintesis dicampur dengan KBr dan kemudian digerus menggunakan *mortar agate*. Setelah itu campuran ditekan hingga terbentuk pelet. Lalu diletakkan pelet pada *cell holder* dalam instrumen FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹.

3.5.5 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS

Kemurnian dan berat molekul produk sintesis senyawa basa Schiff diidentifikasi dengan menggunakan instrumen GC-MS tipe QP2010S SHIMADZU. Sebanyak 1 µL senyawa hasil sintesis dilarutkan dalam kloroform dengan konsentrasi 30.000 ppm. Kemudian diinjeksikan sampel menggunakan *syringe* ke dalam instrumen GC-MS tipe QP2010S SHIMADZU dengan kondisi operasional sebagai berikut:

Jenis kolom	: Agilent DB-5MS UI
Panjang kolom	: 30 meter
Gas pembawa	: Helium
Suhu oven kolom	: terprogram 70°C (5 menit) → 305°C (18 menit)
Laju suhu	: 5°C/menit
Suhu injektor	: 300°C
Tekanan gas	: 30 kPa

Kecepatan aliran gas	: 3 mL/menit
Aliran kolom	: 0,65 mL/menit
Sistem ionisasi	: <i>Electron Impact (EI)</i> 70 eV
<i>Start m/z</i>	: 28 m/z
<i>End m/z</i>	: 600 m/z

3.5.6 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi

3.5.6.1 Pembuatan Spesimen Uji

Spesimen yang digunakan dalam pengujian inhibitor korosi dengan metode polarisasi potensiodinamik dan EIS adalah *mild steel*. Pertama dipotong *mild steel* uji dengan ukuran 2 cm². Kemudian dihaluskan permukaan *mild steel* menggunakan amplas dengan ukuran 600, 800, dan 1200 sampai halus (Keleş dkk., 2021). Setelah itu dibilas *mild steel* dengan akuades dan dibilas kembali menggunakan aseton (Zobeidi dkk., 2023). Terakhir dikeringkan menggunakan tisu.

3.5.6.2 Pembuatan Media Inhibitor Korosi

Media korosi yang digunakan adalah larutan HCl 1 M. Pertama diambil larutan HCl 37% sebanyak 8,29 mL. Kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Setelah itu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

3.5.6.3 Pembuatan Larutan Induk Inhibitor Korosi (1000 ppm)

Larutan induk inhibitor korosi 1000 ppm dibuat dengan cara melarutkan 25 mg produk sintesis basa Schiff dalam 0,5 mL DMSO 2%. Kemudian dimasukkan dalam labu ukur 25 mL dan ditandabataskan dengan HCl 1 M. Larutan inhibitor korosi yang diinginkan dibuat dengan cara mengencerkan larutan induk 1000 ppm menggunakan larutan HCl 1 M. Variasi konsentrasi larutan inhibitor yang digunakan yaitu 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm (El Basiony dkk., 2019) dan 350 ppm (Artama, 2023).

3.5.6.4 Uji Efisiensi Inhibitor Korosi dengan Metode Polarisasi Potensiodinamik (Prasetyo, 2021)

Metode pengujian polarisasi potensiodinamik dilakukan dengan menggunakan alat *CorrTest Electrochemical Workstation* tipe CS310. Elektroda yang digunakan pada pengujian ini terdiri dari 3 elektroda, yaitu *mild steel* sebagai elektroda kerja, *Saturated Calomel Electrode* (SCE) sebagai elektroda pembanding, dan grafit sebagai elektroda pembantu. Adapun fungsi dari masing-masing elektroda diantaranya adalah elektroda kerja sebagai elektroda yang akan diukur potensial dan arus korosinya, elektroda pembanding sebagai titik acuan atau pembanding dalam pengukuran potensial pada elektroda kerja, dan elektroda pembantu berfungsi untuk menghantarkan potensial pada elektroda kerja. Langkah pertama dirangkai elektroda kerja pada sistem dan direndam dalam media HCl 1 M selama 30 menit baik dengan

dan tanpa inhibitor (Abdelsalam dkk., 2022; Gupta dkk., 2023). Kemudian dirangkai elektroda pembanding dan elektroda bantu dalam sistem dan ditambahkan media korosi baik dengan maupun tanpa inhibitor. Kemudian dihubungkan sel dengan potensiostat dan komputer. Diatur potensiostat dengan potensial awal -200 mV dan potensial akhir +200 mV serta *scan rate* 10 mV/s. Pengujian dengan metode polarisasi potensiodinamik dilakukan pada suhu ruang dengan variasi konsentrasi inhibitor yaitu 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm. Terakhir dianalisis kurva Tafel yang diperoleh. Penentuan nilai efisiensi inhibisi (% EI) dengan metode polarisasi potensiodinamik dihitung menggunakan persamaan (Öğretir dkk., 1999):

$$\% \text{ EI} = \frac{I_{\text{corr}} - I_{\text{corr(inh)}}}{I_{\text{corr}}} \times 100 \quad (3.2)$$

Dimana I_{corr} merupakan arus korosi *mild steel* tanpa inhibitor (blanko) dan $I_{\text{corr(inh)}}$ merupakan arus korosi *mild steel* dengan inhibitor.

3.5.6.5 Uji Efisiensi Inhibitor Korosi dengan Metode EIS (Prasetyo, 2021)

Pengujian dengan metode EIS juga dilakukan menggunakan alat *CorrTest Electrochemical Workstation* tipe CS310. Elektroda yang digunakan terdiri dari 3 elektroda, yaitu *mild steel* sebagai elektroda kerja, *Saturated Calomel Electrode* (SCE) sebagai elektroda pembanding, dan grafit sebagai elektroda pembantu. Dirangkai elektroda kerja pada sistem dan direndam dalam media HCl 1 M selama 30 menit baik dengan dan tanpa inhibitor (Abdelsalam dkk., 2022; Gupta dkk., 2023). Kemudian dimasukkan elektroda pembanding dan elektroda bantu dalam sistem serta ditambahkan media inhibitor baik dengan dan tanpa inhibitor. Setelah itu dihubungkan sel dengan potensiostat dan komputer. Lalu diatur frekuensi awal 100 kHz dan frekuensi akhir 0,01 Hz dengan besar amplitudo yaitu 10 mV. Pengukuran korosi dilakukan hal yang sama seperti metode polarisasi potensiodinamik yaitu dengan variasi konsentrasi 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm yang dilakukan pada suhu ruang. Terakhir dianalisis kurva Nyquist yang diperoleh. Penentuan nilai efisiensi inhibisi (% EI) dengan metode EIS dihitung menggunakan persamaan (Dewar dkk., 1985):

$$\% \text{ EI} = \frac{R_{\text{ct(inh)}} - R_{\text{ct}}}{R_{\text{ct(inh)}}} \times 100 \quad (3.3)$$

Dimana $R_{\text{ct(inh)}}$ merupakan hambatan transfer muatan pada *mild steel* dengan penambahan inhibitor dan R_{ct} merupakan hambatan transfer muatan pada logam *mild steel* tanpa penambahan inhibitor (blanko).

3.5.7 Analisis Data

1. Spektra FTIR diidentifikasi dan dianalisis pada bilangan gelombang yang merupakan puncak khas senyawa produk sintesis. Senyawa target memiliki serapan khas pada bilangan gelombang $1600\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan gugus imina ($\text{C}=\text{N}$). Selain itu dibandingkan spektra FTIR produk sintesis dengan spektra FTIR reaktan untuk mengetahui dugaan senyawa target basa Schiff telah terbentuk.
2. Kromatogram diidentifikasi untuk mengetahui jumlah komponen dalam produk sintesis. Jumlah puncak pada kromatogram sebanding dengan jumlah senyawa yang terkandung dalam produk sintesis. Sementara spektra massa diidentifikasi melalui pola fragmentasi untuk mengetahui struktur senyawa target basa Schiff. Senyawa basa Schiff target 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol memiliki ion molekuler sebesar m/z 284.
3. Kurva Tafel dan kurva Nyquist hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) dianalisis untuk mengetahui aktivitas inhibitor dari senyawa produk sintesis. Senyawa produk sintesis memiliki efisiensi inhibisi lebih tinggi daripada reaktannya. Nilai efisiensi inhibisi produk sintesis dihitung menggunakan Persamaan 3.2 dan 3.3.

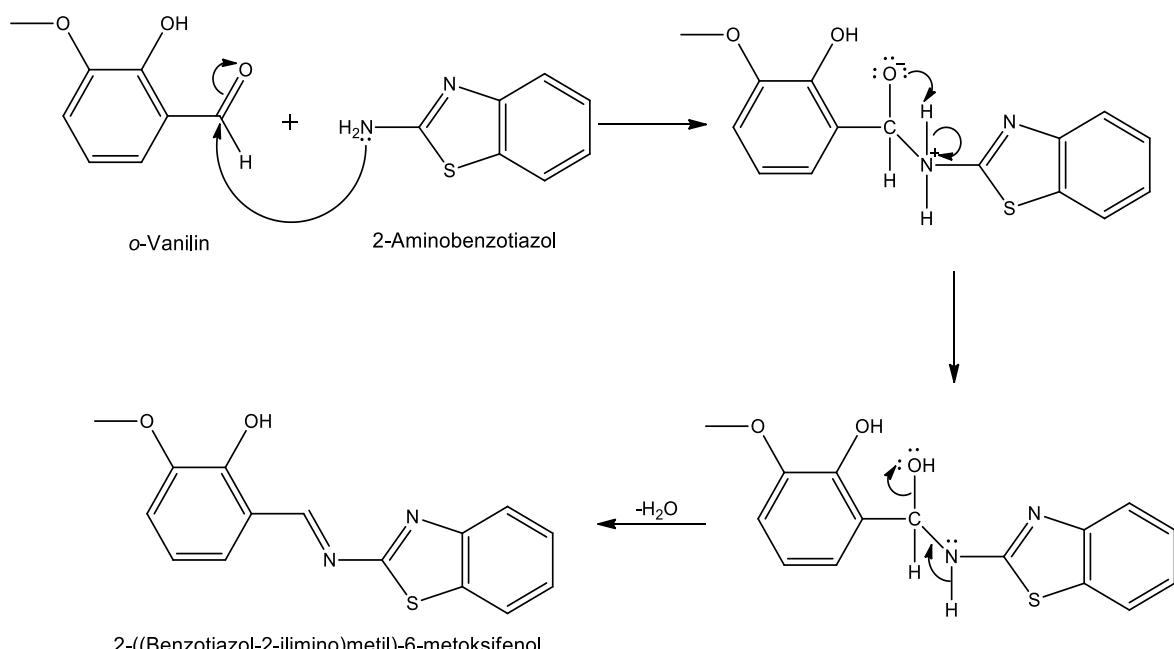
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff 2-((Benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol Menggunakan Metode Penggerusan

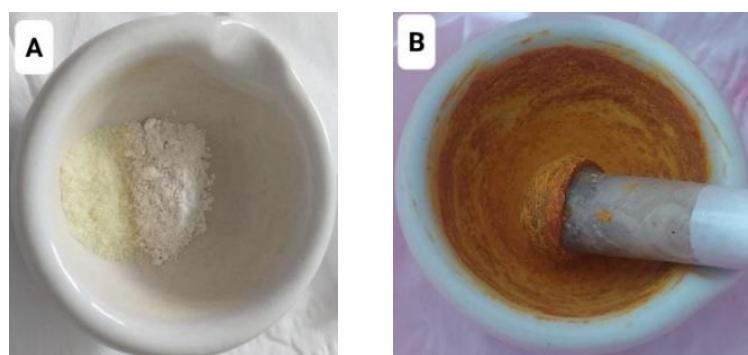
Senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol disintesis dari senyawa *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol (mol 1:1) menggunakan metode penggerusan selama 105 menit. Senyawa *o*-vanilin dalam sintesis senyawa basa Schiff bertindak sebagai elektrofil sekaligus senyawa aldehida yang memiliki gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$). Sedangkan senyawa 2-aminobenzotiazol bertindak sebagai amina pimer ($-\text{NH}_2$) sekaligus nukleofil. Metode penggerusan yang digunakan pada sintesis senyawa basa Schiff akan menghasilkan kalor akibat gesekan antara mortar dan alu dengan reaktan sehingga menginisiasi terjadinya reaksi kimia dan mengakibatkan tumbukan antara kedua reaktan.

Reaksi yang terjadi saat sintesis senyawa basa Schiff adalah reaksi adisi-eliminasi. Senyawa 2-aminobenzotiazol yang berperan sebagai nukleofil akan menyerang elektrofil (adisi) yaitu senyawa *o*-vanilin pada atom C gugus karbonil ($\text{C}=\text{O}$) yang bersifat elektropositif karena adanya tarikan elektron oleh atom O yang bersifat elektronegatif tinggi. Hal ini menyebabkan atom C pada gugus karbonil mudah diserang oleh nukleofil dan membentuk ikatan baru antara kedua reaktan. Selanjutnya terjadi eliminasi yaitu pelepasan molekul air (H_2O) dan terbentuknya gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang merupakan gugus fungsi khas dari senyawa basa Schiff. Adapun mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mekanisme reaksi sintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol

Produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol kemudian diidentifikasi berdasarkan sifat fisika meliputi wujud, warna, dan uji titik lebur menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA). Hasil identifikasi sifat fisik produk sintesis senyawa basa Schiff ditunjukkan pada Tabel 4.1. Senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol memiliki warna yang berbeda dengan kedua reaktannya. Senyawa o-vanilin berbentuk padatan berwarna kuning dan senyawa 2-aminobenzotiazol berbentuk padatan berwarna krem. Sedangkan senyawa basa Schiff hasil sintesis berbentuk padatan berwarna jingga kekuningan yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Perbedaan warna senyawa reaktan (a) dan senyawa basa Schiff (b)

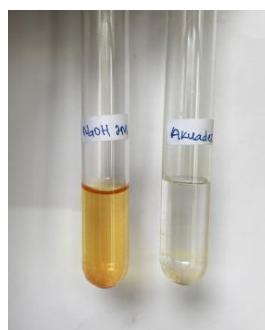
Tabel 4.1 Hasil pengamatan fisik reaktan dan produk sintesis senyawa basa Schiff

Parameter	Hasil Pengamatan		
	o-Vanilin	2-Aminobenzotiazol	Basa Schiff
Wujud	Padatan	Padatan	Padatan
Warna	Kuning	Krem	Jingga kekuningan
Massa (g)	1,1525	1,1613	2,0854
Titik Lebur (°C)	40-42	126-129	164-168
Rendemen (%)	-	-	97,79

Berdasarkan Tabel 4.1, hasil uji titik lebur produk sintesis berbeda dengan titik lebur kedua reaktan. Senyawa basa Schiff memiliki titik lebur yang lebih tinggi dari kedua reaktan yaitu pada 164-168°C. Sedangkan untuk reaktannya, o-vanilin memiliki titik lebur pada 40-42°C dan 2-aminobenzotiazol pada 126-129°C. Adanya perbedaan titik lebur antara produk sintesis dengan reaktan menunjukkan dugaan bahwa senyawa target telah terbentuk yang kemudian diperkuat dengan uji lainnya. Jovianto (2020) telah mensintesis senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((4-metoksifenilimino)metil)fenol dari o-vanilin dan p-anisidina menggunakan metode penggerusan menghasilkan suhu titik lebur pada 89-90°C. Hasil tersebut berbeda signifikan dengan titik lebur produk hasil sintesis dalam penelitian ini yang disebabkan oleh struktur senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol memiliki ikatan rangkap terkonjugasi dan heteroatom lebih banyak daripada senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-((4-metoksifenilimino)-metil)fenol. Rendemen berat produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol diperoleh sebesar 97,79%.

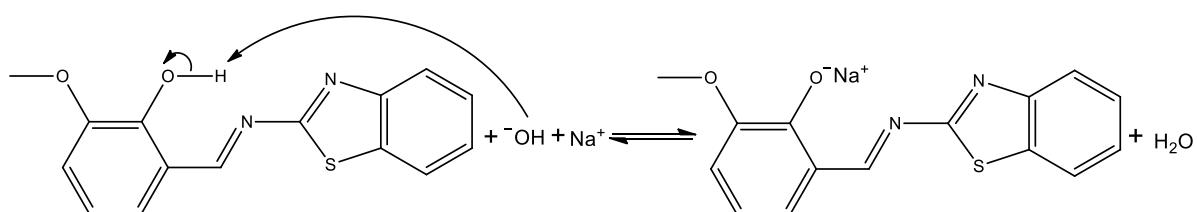
4.2 Uji Kelarutan Produk Sintesis dalam Basa

Uji kelarutan produk sintesis dalam basa bertujuan untuk mengetahui dugaan senyawa yang diinginkan telah terbentuk karena adanya gugus fenolat yang bersifat asam dalam struktur senyawa target basa Schiff. Uji kelarutan produk sintesis dilakukan dengan melarutkan produk sintesis dalam larutan NaOH 2 M dan akuades. Prinsip uji kelarutan produk sintesis adalah berdasarkan asam-basa *Bronsted-Lowry*. Dimana senyawa basa Schiff bertindak sebagai asam karena mendonorkan proton kepada NaOH (akseptor proton) yang bersifat basa. Hasil uji kelarutan produk sintesis ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil uji kelarutan produk sintesis pada NaOH 2 M (kiri) dan akuades (kanan)

Hasil uji kelarutan produk sintesis menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff dapat bereaksi dengan NaOH sehingga membentuk suatu garam larut dalam air yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan menjadi jingga. Sedangkan senyawa basa Schiff tidak bereaksi dengan akuades dan terdapat endapan kuning karena tidak membentuk suatu garam yang larut dalam air. Hasil yang diperoleh telah sesuai dengan prinsip teori asam-basa *Bronsted-Lowry*. Dimana terjadinya reaksi senyawa basa Schiff dengan NaOH menunjukkan adanya gugus fenolat yang bersifat asam karena mudah melepas proton (H^+) yang terikat pada cincin aromatiknya. Ion hidroksi (OH^-) yang dihasilkan oleh NaOH akan menyerang atom hidrogen (H) pada gugus fenolat sehingga akan tergantikan oleh ion Na^+ dan menghasilkan suatu garam larut dalam air. Reaksi senyawa basa Schiff dengan NaOH ditunjukkan pada Gambar 4.2. Selain itu, produk sintesis basa Schiff dapat bertindak sebagai basa menurut teori asam-basa *Lewis* karena memiliki pasangan elektron bebas (PEB) pada heteroatom yang dapat didonorkan kepada atom lain.



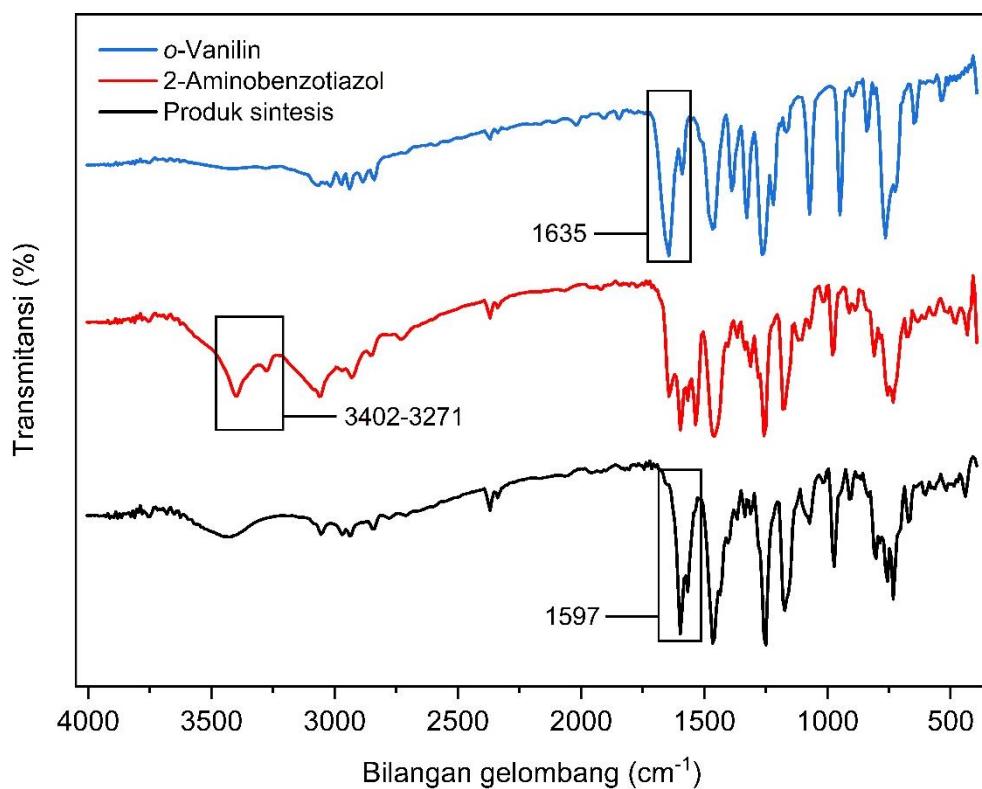
2-((Benzotiazol-2-ilimino)methyl)-6-metoksifenol

Garam natrium fenolat

Gambar 4.4 Reaksi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)methyl)-6-metoksifenol dengan NaOH

4.3 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengetahui dugaan senyawa target telah terbentuk dengan membandingkan serapan gugus fungsi pada spektra IR antara produk sintesis dengan reaktannya. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dari reaktan dan produk sintesis senyawa basa Schiff ditunjukkan pada Gambar 4.5. Spektra FTIR produk sintesis menunjukkan serapan gugus fungsi yang berbeda dengan kedua reaktan yaitu *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol. Senyawa produk sintesis memiliki serapan khas yaitu gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1597 cm^{-1} . Hasil yang diperoleh telah mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Abdelsalam dkk. (2022) yang mengkarakterisasi senyawa basa Schiff dan menghasilkan serapan gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang kuat pada bilangan gelombang 1619 cm^{-1} . Hal ini menunjukkan kemungkinan senyawa target yaitu 2-((benzotiazol-2-ilimino)methyl)-6-metoksifenol telah terbentuk. Spektra FTIR produk sintesis kemudian dibandingkan dengan spektra dari *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol untuk mengetahui keberhasilan sintesis yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.5 Spektra FTIR reaktan dan produk sintesis

Tabel 4.2 Perbandingan serapan gugus fungsi produk sintesis dengan reaktan

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm^{-1})		
	<i>o</i> -Vanilin	2-Aminobenzotiazol	Produk sintesis
Karbonil (-C=O)	1635	-	-
Amina (-N-H)	-	3402-3271	-
Imina (-C=N-)	-	-	1597

Berdasarkan Tabel 4.2 terlihat bahwa serapan gugus fungsi produk sintesis berbeda dengan kedua reaktan. Pada senyawa *o*-vanilin terdapat gugus karbonil (C=O) dengan serapan yang kuat pada bilangan gelombang 1635 cm⁻¹. Sedangkan pada produk sintesis tidak terdapat serapan gugus karbonil. Kemudian pada senyawa 2-aminobenzotiazol terdapat serapan gugus amina (N-H) yang merupakan gugus fungsi khas pada bilangan gelombang 3402-3217 cm⁻¹ yang juga tidak terdapat pada produk sintesis. Sementara, pada spektra IR produk sintesis muncul gugus fungsi khas senyawa target yaitu gugus imina (C=N) dengan serapan yang kuat dan tajam pada bilangan gelombang 1597 cm⁻¹ yang tidak terdapat pada kedua reaktan. Hal ini memperkuat dugaan bahwa senyawa target 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol telah terbentuk. Serapan gugus fungsi lain dari produk sintesis ditunjukkan pada Tabel 4.3.

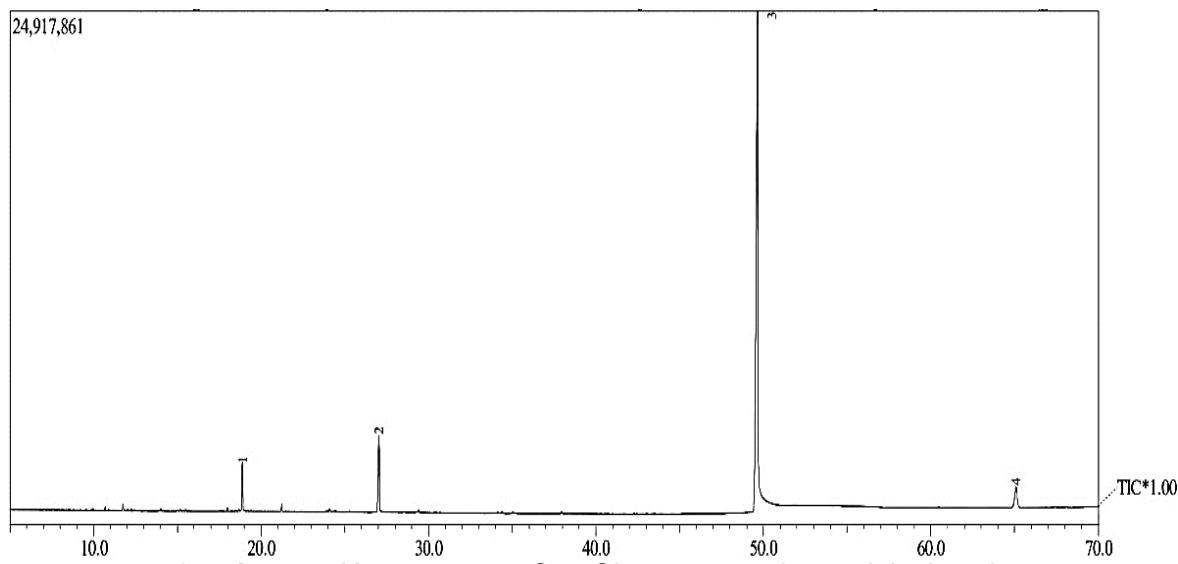
Tabel 4.3 Serapan gugus fungsi senyawa basa Schiff

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Literatur (cm ⁻¹)
O-H _{stretching}	3448,72	4000-3200 ^a
C _{sp2} -H _{stretching aromatic}	3055,24	3105-3000 ^a
C _{sp3} -H _{stretching asymmetric (aliphatic)}	2939,52	2950-2840 ^a
C _{sp3} -H _{stretching symmetric (aliphatic)}	2839,22	2950-2840 ^a
C=N _{stretching imine}	1597,06	1645-1605 ^a
C=N _{thiazole}	1573,91	1660-1480 ^a
C=C _{aromatic}	1458,18	1470-1430 ^a
C-O-C _{stretching ether}	1257,59	1270-1060 ^a
C-O _{stretching ether}	1172,72	1300-1100 ^a
C-O _{stretching phenol}	1257,59	1260-1180 ^c
C-N _{stretching}	1311,59	1340-1250 ^c
C _{sp3} -H _{bend scissoring}	1435,04	1465-1440 ^a
C _{sp3} -H _{bend rocking}	1365,60	1470-1340 ^b
C _{sp2} -H _{bend scissoring aromatic}	1072,42	1100-1000 ^c
C _{sp2} -H _{bend rocking aliphatic}	972,12-802,39	1000-650 ^b
C _{sp2} -H _{bend wagging}	779,24-732,95	900-690 ^b

Literatur: a = Socrates, 2001; b = Skoog dkk., 1998; c = Silverstain & Webster, 1997

4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS

Karakterisasi produk sintesis menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) bertujuan untuk mengetahui jumlah komponen senyawa dan berat molekulnya dalam produk sintesis. Banyaknya komponen senyawa yang terkandung dalam produk sintesis dapat dilihat berdasarkan puncak yang terdapat pada kromatogram. Dimana jumlah puncak sebanding dengan jumlah komponen senyawa yang terkandung dalam produk sintesis. Sedangkan berat molekul dari masing-masing puncak diketahui dari nilai *m/z* ion molekular pada spektra massa. Selain itu, spektra massa digunakan untuk mengidentifikasi struktur berdasarkan pola fragmentasi. Hasil kromatogram dari produk sintesis senyawa basa Schiff ditunjukkan pada Gambar 4.6.

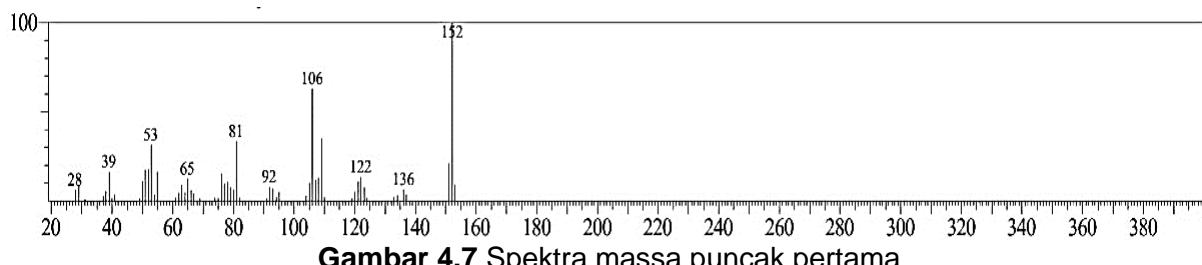


Gambar 4.6 Kromatogram Gas Chromatography produk sintesis

Tabel 4.4 Hasil karakterisasi GC produk sintesis

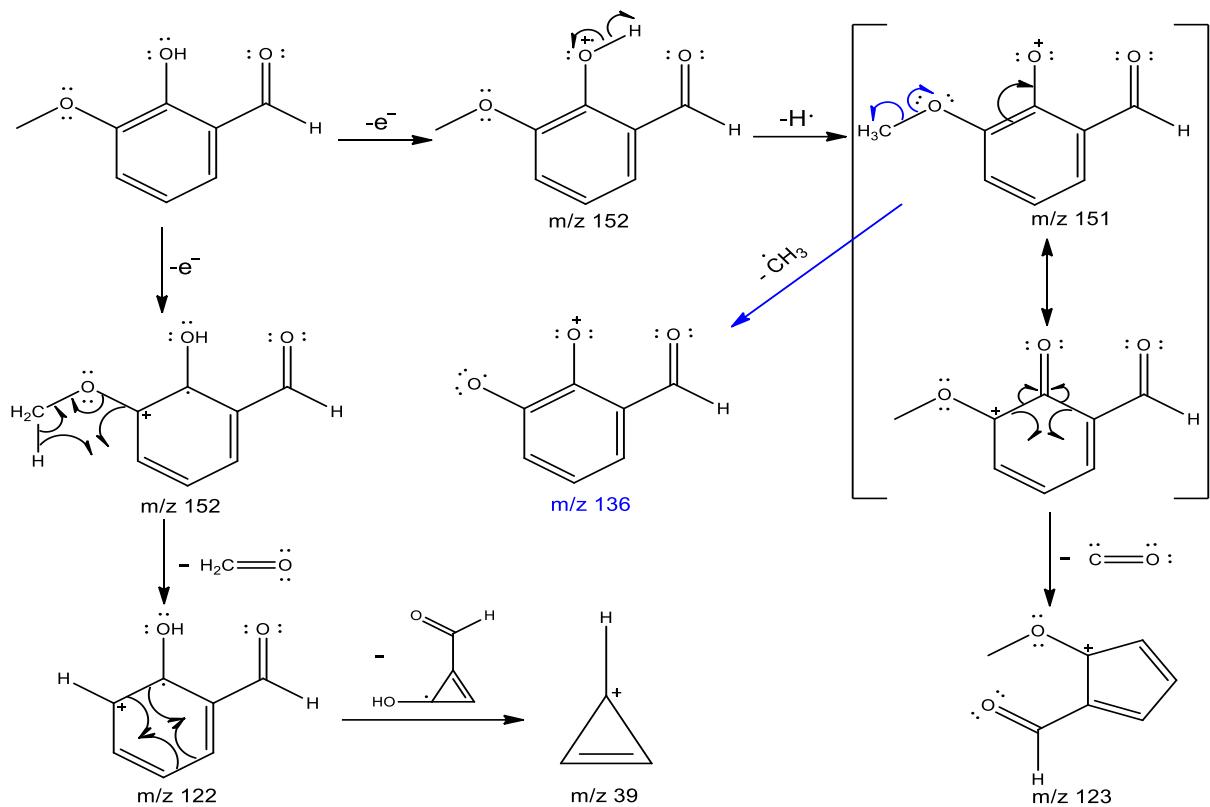
Puncak	Hasil kromatogram	
	Waktu retensi (menit)	Luas area (%)
Puncak 1	18,89	3,64
Puncak 2	27,037	8,29
Puncak 3	49,644	83,6
Puncak 4	65,098	4,47

Berdasarkan hasil kromatogram pada Gambar 4.6 diketahui bahwa terdapat 4 puncak yang menunjukkan adanya empat senyawa yang terkandung dalam produk sintesis. Puncak ketiga memiliki intensitas yang paling tinggi dibandingkan dengan puncak lainnya. Masing-masing puncak pada kromatogram kemudian dianalisis berdasarkan spektra massa untuk mengetahui berat molekul dan identifikasi struktur berdasarkan pola fragmentasi. Hasil analisa spektroskopi massa pada puncak pertama ditunjukkan pada Gambar 4.7.

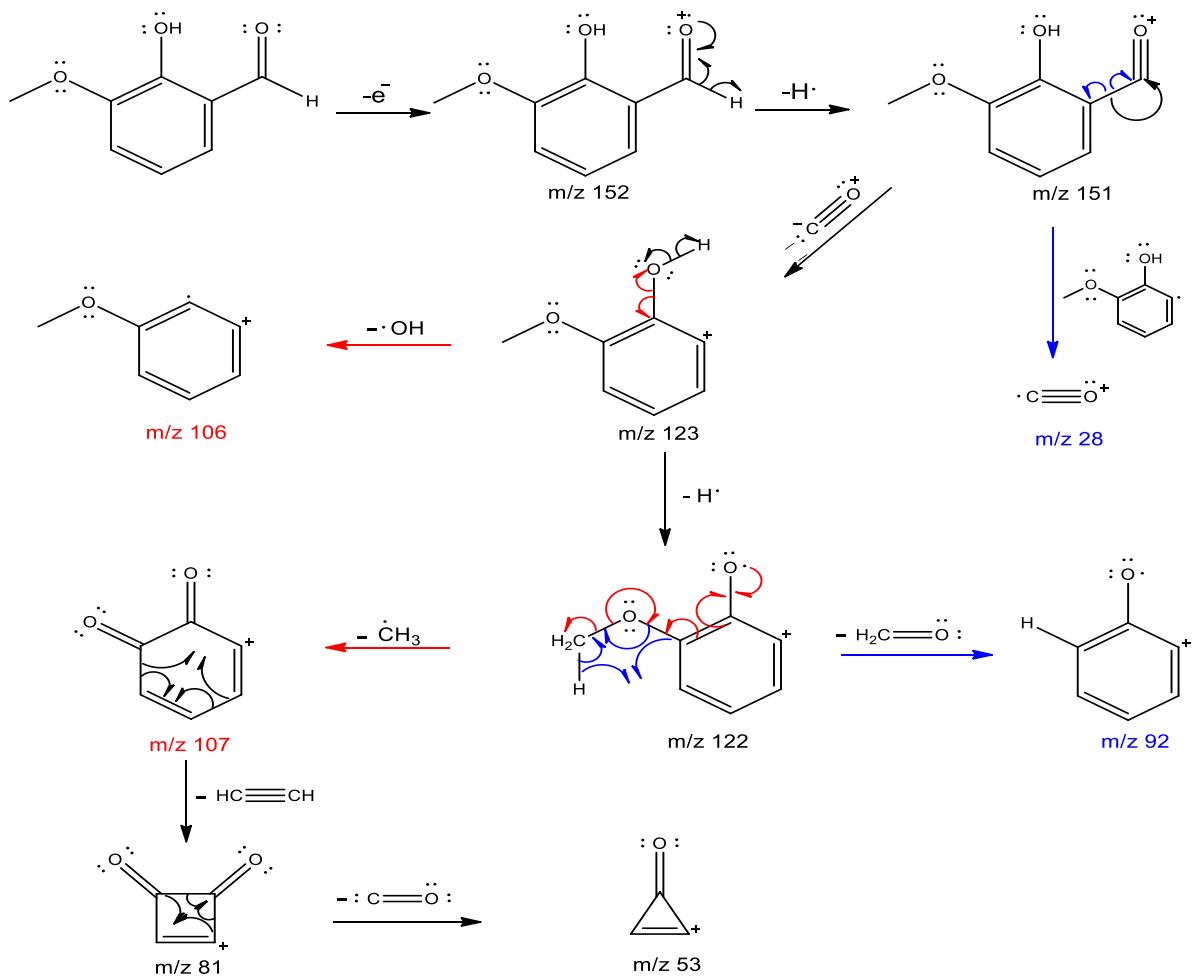


Gambar 4.7 Spektra massa puncak pertama

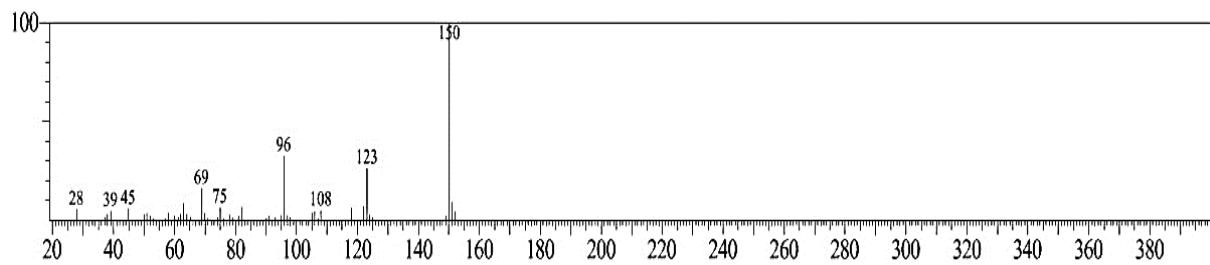
Puncak pertama yang muncul pada kromatogram diduga adalah sisa reaktan yang tidak bereaksi secara sempurna saat sintesis. Berdasarkan pada spektra massa puncak pertama memiliki ion molekular sekaligus *base peak* m/z 152 yang sesuai dengan berat molekul senyawa o-vanilin. Sehingga dapat dipastikan bahwa puncak pertama merupakan puncak dari senyawa o-vanilin yang merupakan reaktan sisa dari sintesis senyawa basa Schiff. Pola fragmentasi puncak pertama ditunjukkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Pola fragmentasi 1 puncak pertama

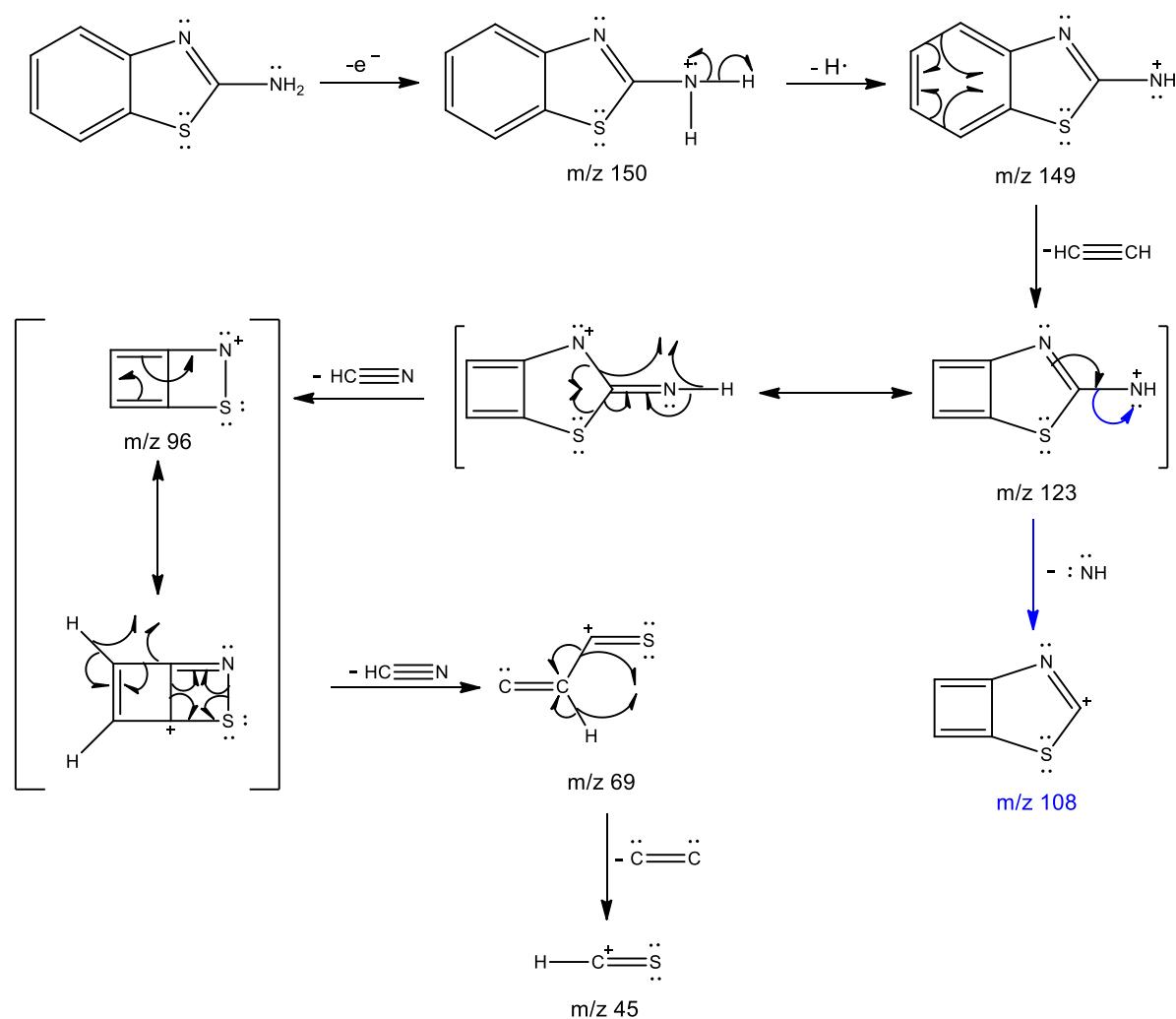


Gambar 4.9 Pola fragmentasi 2 puncak pertama

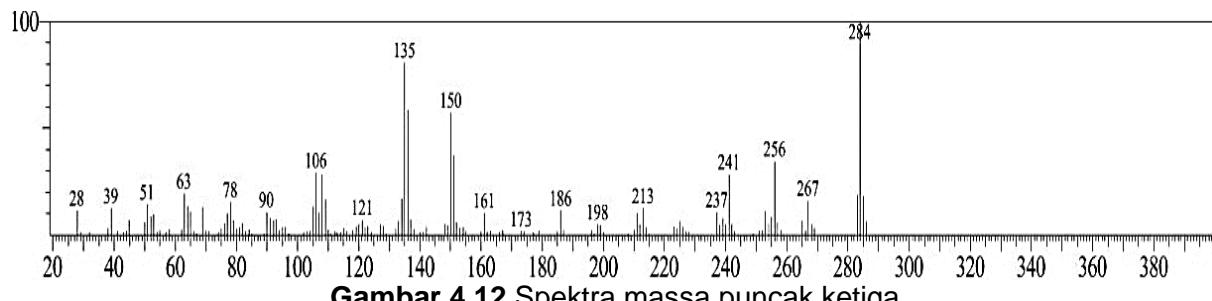


Gambar 4.10 Spektra massa puncak kedua

Gambar 4.10 menunjukkan spektra massa puncak kedua yang memiliki ion molekular sekaligus *base peak* yaitu m/z 150. Hasil tersebut telah sesuai dengan berat molekul senyawa 2-aminobenzotiazol yang merupakan reaktan dari sintesis senyawa basa Schiff. Sehingga hasil tersebut menunjukkan masih adanya sisa reaktan senyawa 2-aminobenzotiazol yang tidak bereaksi secara sempurna. Puncak senyawa 2-aminobenzotiazol memiliki waktu retensi yang lebih besar dibandingkan waktu retensi puncak senyawa *o*-vanilin. Hal ini disebabkan karena senyawa 2-aminobenzotiazol memiliki titik didih yang lebih besar dari senyawa *o*-vanilin sehingga muncul pada kromatogram dengan waktu retensi yang lebih besar. Pola fragmentasi puncak kedua ditunjukkan pada Gambar 4.11.

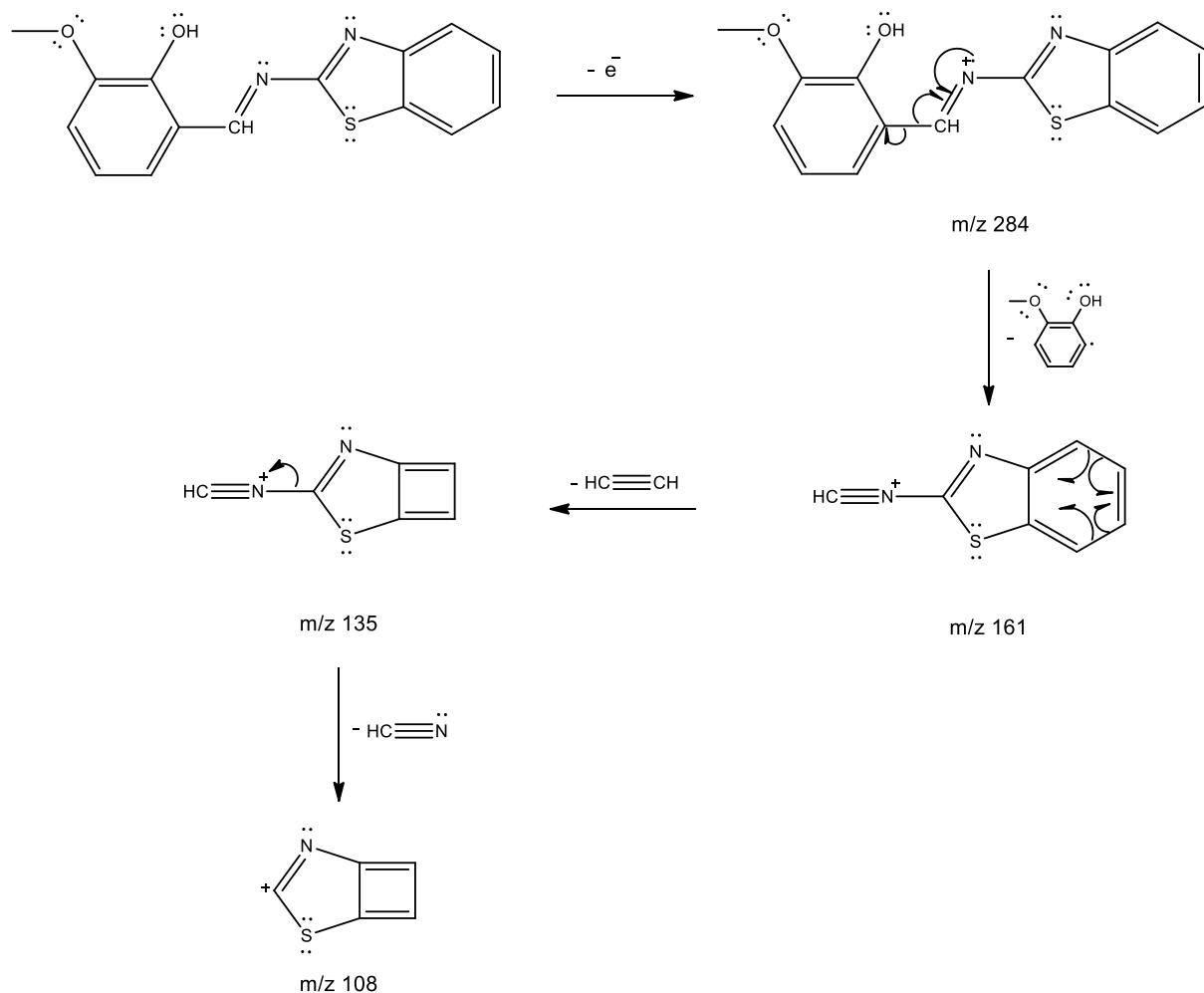


Gambar 4.11 Pola fragmentasi puncak kedua

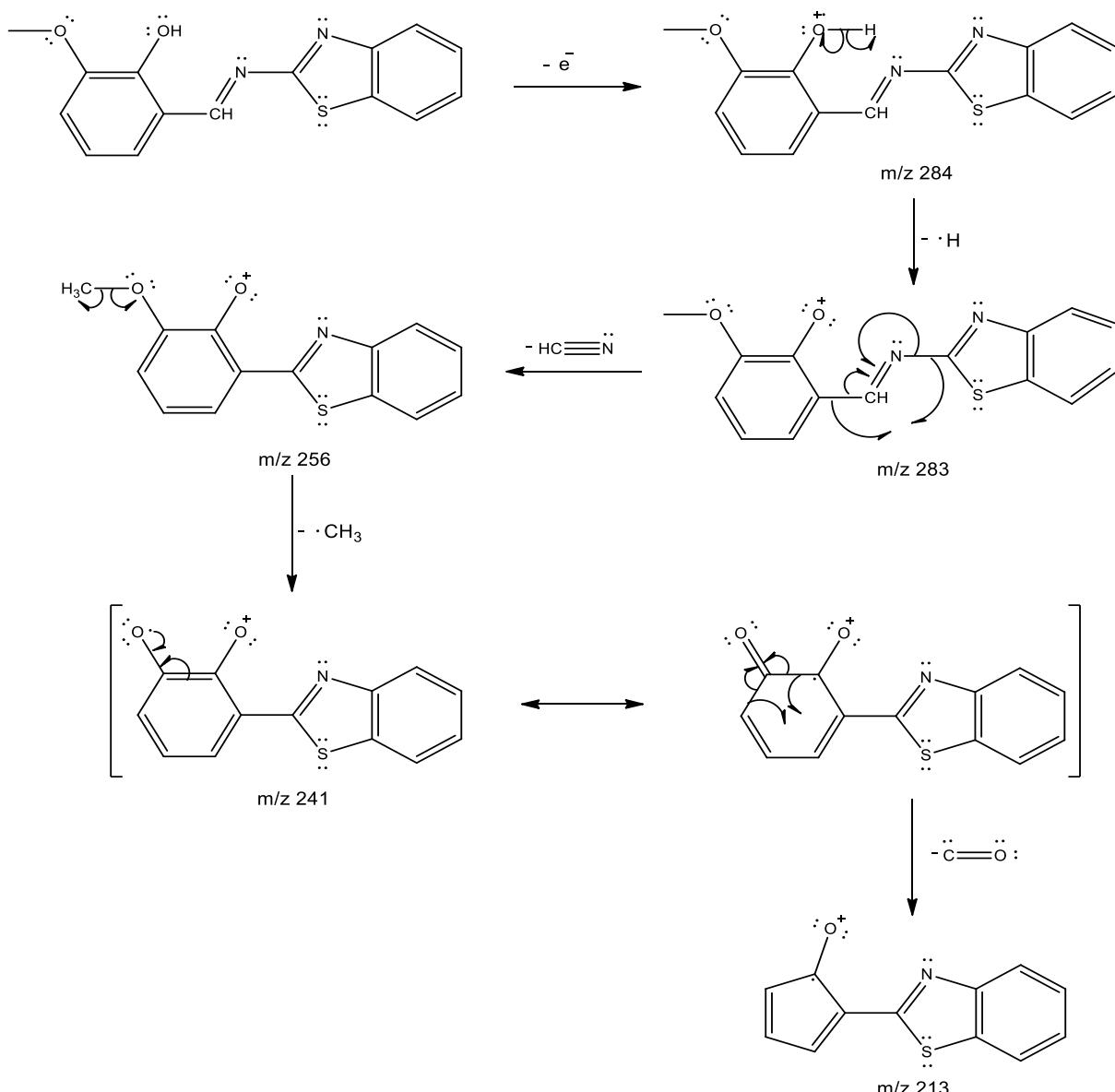
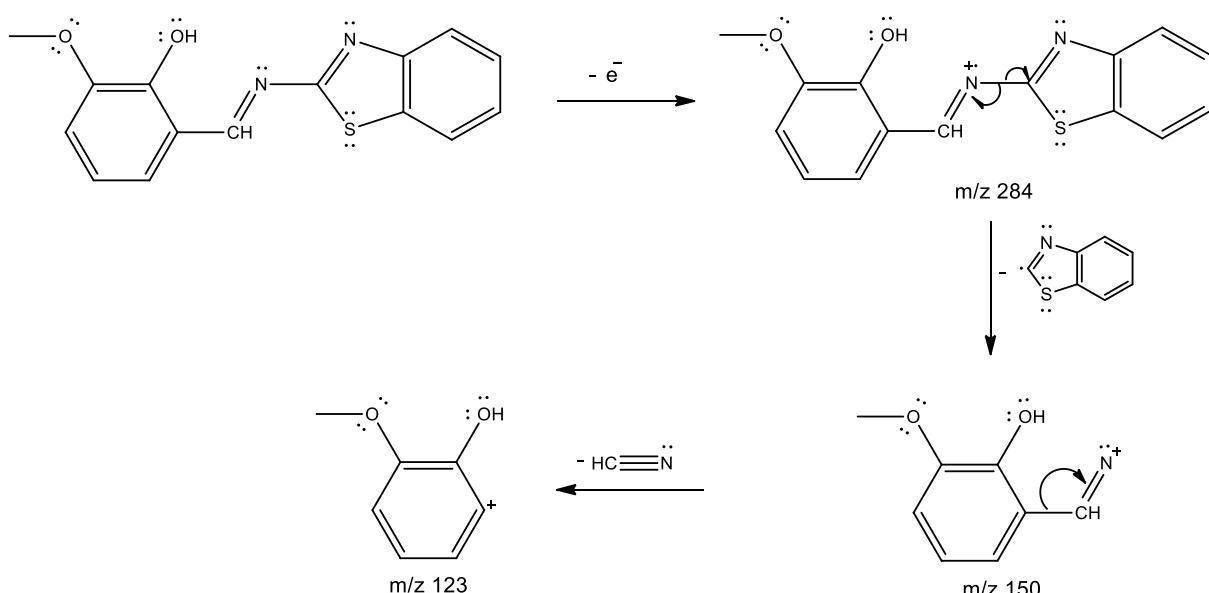


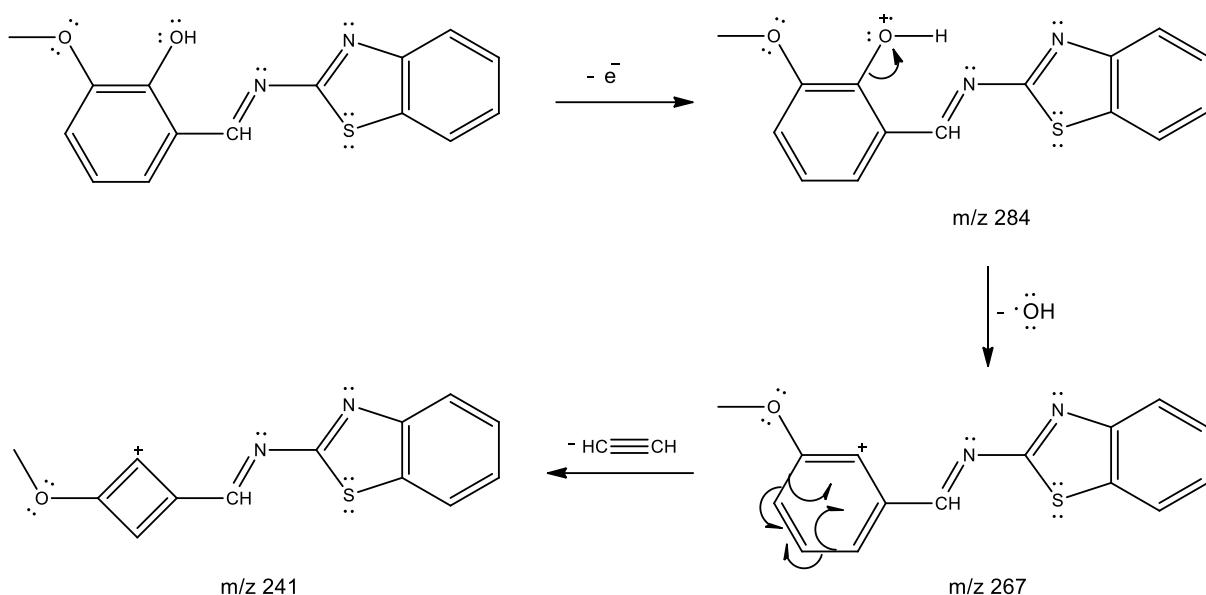
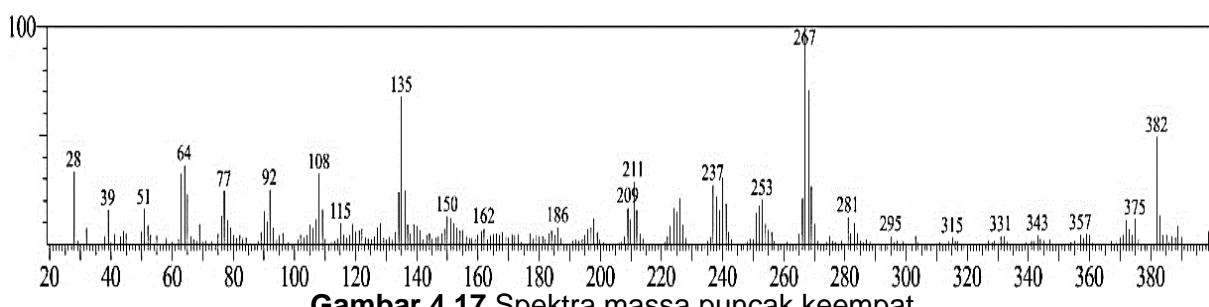
Gambar 4.12 Spektra massa puncak ketiga

Gambar 4.12 merupakan spektra massa puncak ketiga. Berdasarkan pada spektra massa puncak ketiga memiliki ion molekular sekaligus *base peak* yaitu m/z 284. Hasil tersebut telah sesuai dengan berat molekul senyawa target 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol secara teoritis yaitu 284 g/mol. Puncak ketiga atau puncak senyawa basa Schiff merupakan puncak paling tinggi dan memiliki kadar kemurnian tertinggi berdasarkan persen luas area dibandingkan puncak lainnya yaitu sebesar 83,60%. Oleh karena itu dapat dipastikan bahwa senyawa basa Schiff target 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol telah terbentuk. Pola fragmentasi puncak ketiga ditunjukkan pada Gambar 4.13, Gambar 4.14, Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.



Gambar 4.13 Pola fragmentasi 1 puncak ketiga

**Gambar 4.14** Pola fragmentasi 2 puncak ketiga**Gambar 4.15** Pola fragmentasi 3 puncak ketiga

**Gambar 4.16** Pola fragmentasi 4 puncak ketiga**Gambar 4.17** Spektra massa puncak keempat

Puncak keempat muncul pada waktu retensi 65,098 menit dengan luas area 4,47%. Berdasarkan spektra massa puncak keempat memiliki ion molekular yaitu m/z 382 dengan base peak pada m/z 267. Hasil tersebut diduga adalah senyawa pengotor. Dimana ion molekular yang diperoleh tidak sesuai dengan berat molekul dari kedua reaktan yaitu o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol serta senyawa basa Schiff target.

4.5 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik

Produk hasil sintesis senyawa basa Schiff diuji aktivitasnya sebagai inhibitor korosi menggunakan metode polarisasi potensiodinamik. Metode polarisasi potensiodinamik memberikan informasi laju korosi dan tipe inhibitor sebagai inhibitor anodik, katodik atau inhibitor tipe campuran. Dimana jika selisih nilai potensial korosi (E_{corr}) inhibitor terhadap kontrol kurang dari 85 mV maka dapat dikatakan sebagai inhibitor tipe campuran sedangkan apabila lebih dari 85 mV maka dikelompokkan sebagai inhibitor tipe anodik atau katodik (Chugh dkk., 2020). Hasil pengukuran menggunakan metode polarisasi potensiodinamik adalah berupa kurva Tafel yang menunjukkan hubungan antara potensial korosi (E_{corr}) dan arus korosi (I_{corr}) yang ditunjukkan pada Gambar 4.18. Parameter lain yang didapatkan dalam pengukuran menggunakan metode polarisasi potensiodinamik diantaranya adalah kemiringan

kurva anodik (β_a), kemiringan kurva katodik (β_c) dan laju korosi (CR). Pengujian aktivitas inhibitor korosi senyawa basa Schiff dilakukan dengan variasi konsentrasi yaitu 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm dan 350 ppm. Hasil pengukuran dari metode polarisasi potensiodinamik pada *mild steel* baik dengan atau tanpa inhibitor ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Parameter pengukuran polarisasi potensiodinamik reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K

Inhibitor	Konsentrasi (ppm)	$-E_{corr}$ (mV)	I_{corr} (mA/cm ²)	β_a (mV)	β_c (mV)	CR (mm/y)	η_p (%)
Kontrol	0	486,13	2,233	140,22	155,09	25,96	-
<i>o</i> -Vanilin	350	454,82	0,632	98,11	153,89	7,35	71,7
2-Aminobenzotiazol	350	450,54	0,554	103,68	178,48	6,44	75,21
	100	448,12	0,457	84,06	137,82	5,31	79,53
Basa Schiff	150	434,07	0,309	83,64	179,53	3,29	86,16
	250	450,76	0,221	81,93	135,38	2,56	90,12
	350	451,31	0,174	80,14	137,1	2,02	92,22

Keterangan:

E_{corr} : Potensial korosi

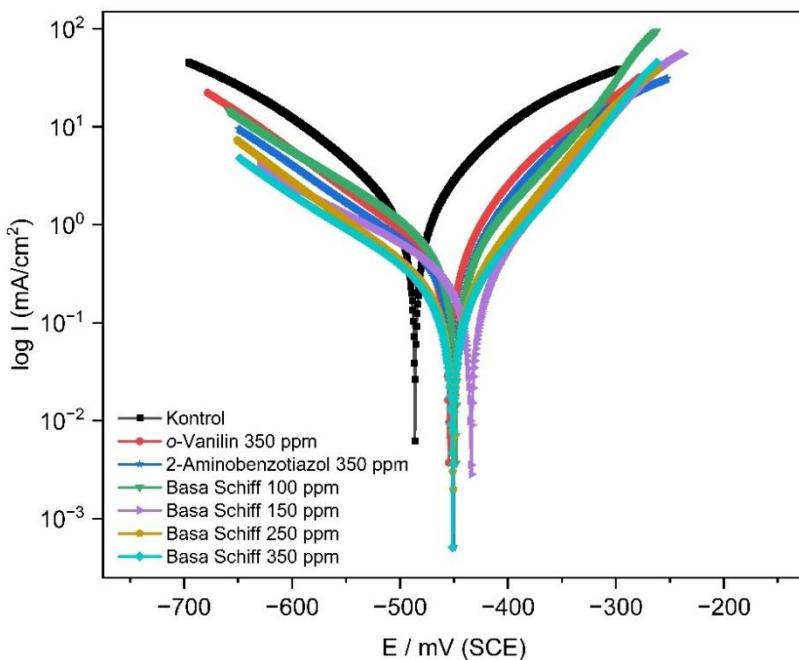
I_{corr} : Arus korosi

β_a : Kemiringan kurva anodik

β_c : Kemiringan kurva katodik

CR : Laju korosi

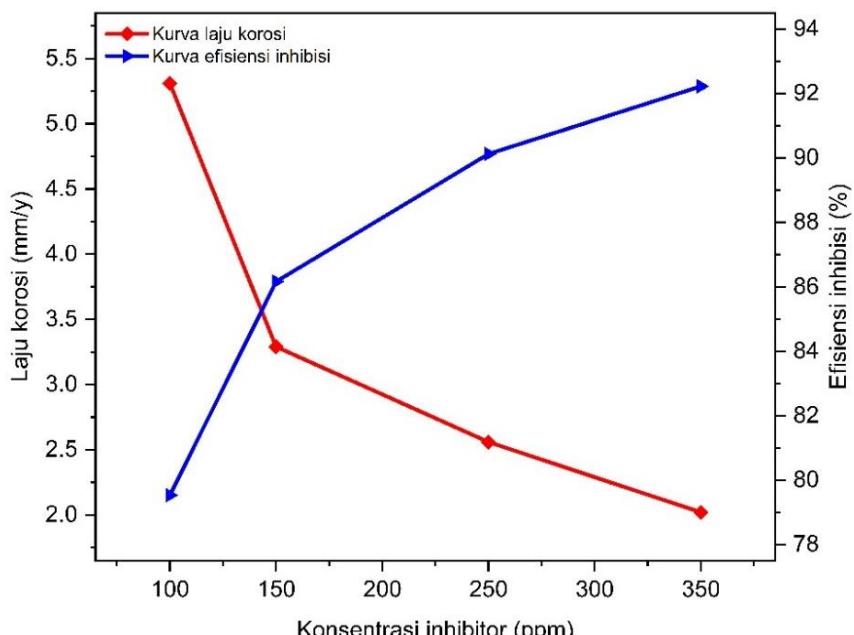
η_p : Efisiensi inhibisi



Gambar 4.18 Kurva Tafel reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K (keterangan: log I (log arus korosi) dan E (potensial korosi))

Keberadaan senyawa *o*-vanilin dan 2-aminobenzotiazol sebagai sisa reaktan dalam produk sintesis senyawa basa Schiff menunjukkan efektifitas yang cukup tinggi sebagai inhibitor korosi. Perubahan nilai potensial korosi (E_{corr}) reaktan maupun senyawa basa Schiff untuk variasi konsentrasi 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm dan 350 ppm diketahui kurang dari 85 mV.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa baik reaktan maupun senyawa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)-metil)-6-metoksifenol termasuk dalam inhibitor tipe campuran yang memiliki kemampuan untuk menghambat reaksi oksidasi logam yang terjadi pada anoda maupun reaksi reduksi ion H^+ yang terjadi pada katoda (Bedair dkk., 2017). Penambahan inhibitor korosi dalam media HCl 1 M menyebabkan terjadinya pergeseran nilai potensial korosi menuju arah positif (anodik) pada kurva Tafel yang menunjukkan senyawa inhibitor merupakan inhibitor tipe campuran dengan inhibisi anodik yang dominan (Zobeidi dkk., 2023).



Gambar 4.19 Grafik hubungan konsentrasi inhibitor terhadap laju korosi dan efisiensi inhibisi

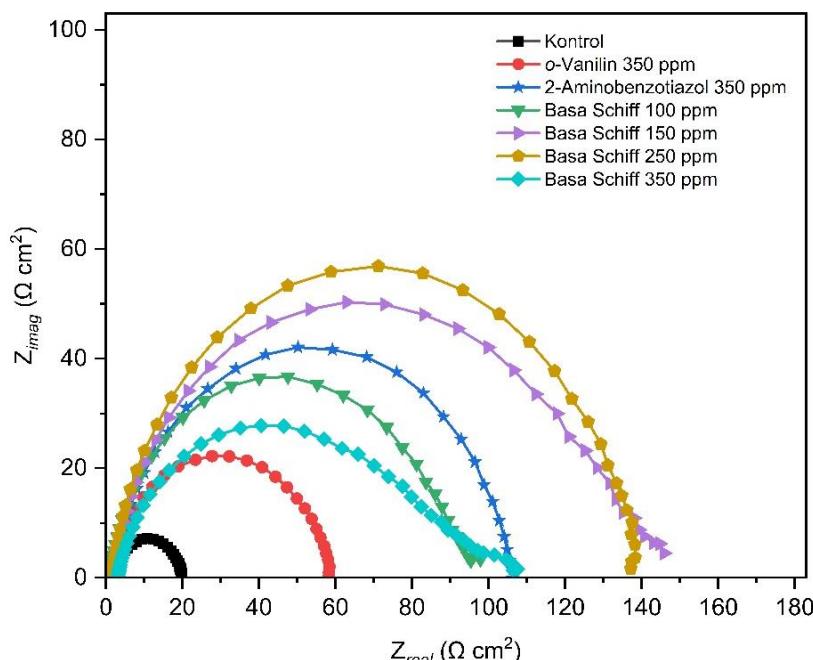
Gambar 4.19 menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor berbanding lurus dengan efisiensi inhibisi namun berbanding terbalik dengan laju korosi. Dimana semakin besar konsentrasi inhibitor maka efisiensi inhibisi akan semakin besar sedangkan laju korosi akan semakin kecil. Semakin besar laju korosi maka arus korosi juga semakin besar. Nilai arus korosi dalam media HCl 1 M tanpa penambahan inhibitor lebih besar dibandingkan arus korosi dengan penambahan inhibitor. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan inhibitor dapat menurunkan laju korosi atau menghambat terjadinya korosi. Selain itu, perubahan nilai kemiringan kurva anodik (β_a) yang semakin kecil seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor menunjukkan terjadinya proses adsorpsi ion klorida atau inhibitor pada permukaan logam. Sedangkan perubahan nilai kemiringan kurva katodik (β_c) seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor menunjukkan adanya pengaruh inhibitor terhadap kinetika evolusi hidrogen. Selain itu terjadinya perubahan nilai β_a yang lebih besar dari β_c menunjukkan inhibisi pada bagian anodik yang lebih dominan dibandingkan inhibisi pada bagian katodik.

Efisiensi inhibisi senyawa 2-aminobenzotiazol lebih tinggi daripada senyawa o-vanilin. Hal ini disebabkan senyawa 2-aminobenzotiazol memiliki heteroatom dan ikatan rangkap terkonjugasi lebih banyak daripada senyawa o-vanilin. Sedangkan aktivitas inhibitor korosi

senyawa basa Schiff lebih tinggi daripada kedua reaktan yaitu senyawa o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol. Nilai efisiensi inhibisi senyawa basa Schiff meningkat seiring bertambahnya konsentrasi inhibitor. Nilai efisiensi inhibisi tertinggi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksi-fenol terjadi pada variasi konsentrasi inhibitor paling tinggi yaitu 350 ppm sebesar 92,22%. Peningkatan nilai efisiensi inhibisi seiring bertambahnya variasi konsentrasi menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifeno berpotensi sebagai inhibitor korosi. El Basiony dkk. (2019) menguji senyawa basa Schiff (Z)-N-(2-((2-(benzildinamino)etil)amino)-etil)-3,4,5-trihidroksibenzamida sebagai inhibitor korosi pada *mild steel* dalam media HCl 1 M menggunakan metode polarisasi potensiodinamik menghasilkan nilai efisiensi tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi paling tinggi yaitu 250 ppm sebesar 88,55%.

4.6 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)*

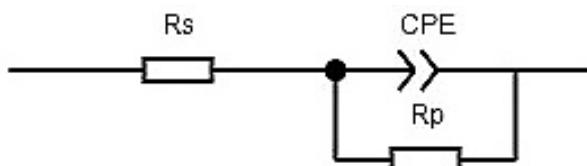
Metode EIS dapat memberikan informasi tentang mekanisme inhibisi dan mengonfirmasi terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan spesimen. Hasil pengukuran menggunakan metode EIS adalah berupa plot Nyquist yang menunjukkan hubungan antara impedansi nyata (Z_{real}) pada sumbu x dan impedansi imajiner (Z_{imag}) pada sumbu y yang ditunjukkan pada Gambar 4.20. Dimana impedansi nyata menunjukkan resistensi inhibitor sedangkan impedansi imajiner menunjukkan kapasitansi inhibitor.



Gambar 4.20 Kurva Nyquist reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K (keterangan: Z_{real} (impedansi nyata) dan Z_{imag} (impedansi imajiner))

Berdasarkan Gambar 4.20 terlihat jelas bahwa respon impedansi *mild steel* terhadap media HCl berubah dengan adanya inhibitor. Kurva Nyquist menunjukkan bentuk yang sama

yaitu setengah lingkaran (*semicircle*) baik reaktan maupun senyawa basa Schiff untuk seluruh variasi konsentrasi. Namun terjadi perbedaan ukuran diameter kurva antara kontrol dengan reaktan dan variasi konsentrasi senyawa basa Schiff. Bentuk *semicircle* pada kurva Nyquist menunjukkan bahwa hambatan transfer muatan terjadi antara elektroda dengan elektrolit. Penambahan inhibitor ke dalam media larutan tidak mengubah bentuk dari kurva melainkan terjadi perubahan ukuran diameter saat penambahan inhibitor. Kurva Nyquist kemudian dilakukan *fitting* sehingga menghasilkan model rangkaian listrik (*equivalent circuit model*) yang ditunjukkan pada Gambar 4.21. Model rangkaian listrik baik kontrol, reaktan, maupun senyawa basa Schiff untuk seluruh variasi konsentrasi adalah sama yang berarti pengukuran korosi melalui rangkaian yang sama dan menghasilkan parameter yang sama. Model rangkaian listrik menunjukkan kondisi antarmuka (*interface*) *mild steel* dan media korosi baik dengan adanya inhibitor maupun tanpa inhibitor (Zobeidi dkk., 2023). Parameter yang dihasilkan berdasarkan model rangkaian listrik diantaranya adalah R_s (hambatan larutan), R_{ct} (hambatan transfer muatan) atau R_p (hambatan polarisasi), dan *Constant Phase Element* (CPE) yang ditunjukkan pada tabel 4.6. Dehri & Özcan (2006) menyebutkan bahwa parameter CPE mewakili semua fenomena elektrokimia yang bergantung pada frekuensi salah satunya kapasitansi lapis ganda (C_{dl}). Munculnya parameter CPE menunjukkan kondisi permukaan spesimen yang kasar dan berpori (Keleş dkk., 2021; Radwan dkk., 2019). Selain itu nilai CPE juga menunjukkan penurunan nilai C_{dl} yang berarti inhibitor telah teradsorp pada permukaan logam (Fawzy & Toghan, 2021) dan menghilangkan elektrolit yang menempel pada logam (Alvan dkk., 2018).



Gambar 4.21 Model rangkaian listrik

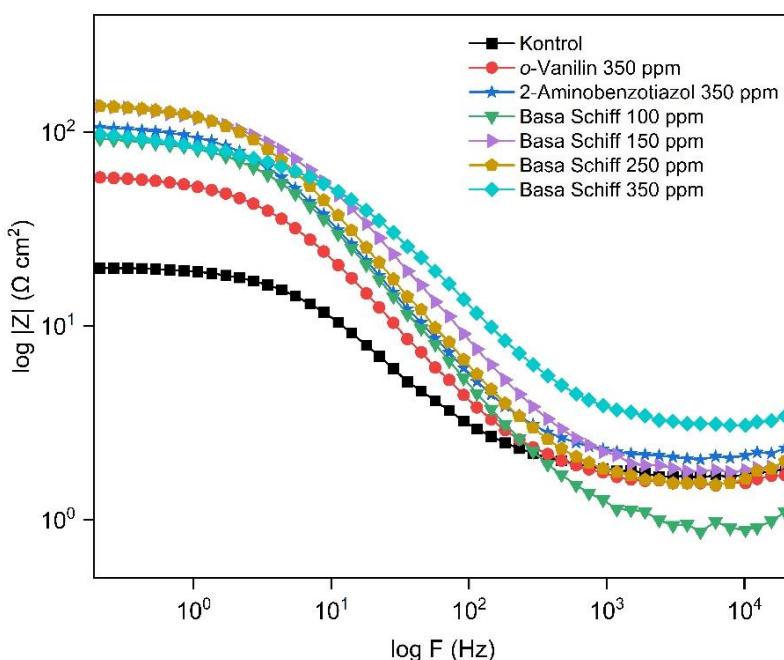
Tabel 4.6 Parameter pengukuran EIS reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K

Inhibitor	Konsentrasi (ppm)	R_s ($\Omega \text{ cm}^2$)	R_p ($\Omega \text{ cm}^2$)	η_z (%)
Kontrol	0	1,9154	17,33	-
<i>o</i> -Vanilin	350	1,852	52,84	67,21
2-Aminobenzotiazol	350	2,5544	95,69	81,89
	100	1,4797	78,78	78
Basa Schiff	150	2,1976	125,4	86,18
	250	2,1265	122,51	85,86
	350	4,4542	81,13	78,64

Keterangan: R_s (Hambatan larutan), R_p (Hambatan polarisasi), η_z (Efisiensi inhibisi)

Tabel 4.6 menunjukkan senyawa *o*-vanilin memiliki nilai hambatan polarisasi (R_p) yang lebih kecil daripada senyawa 2-aminobenzotiazol. Sehingga dapat dikatakan gugus 2-

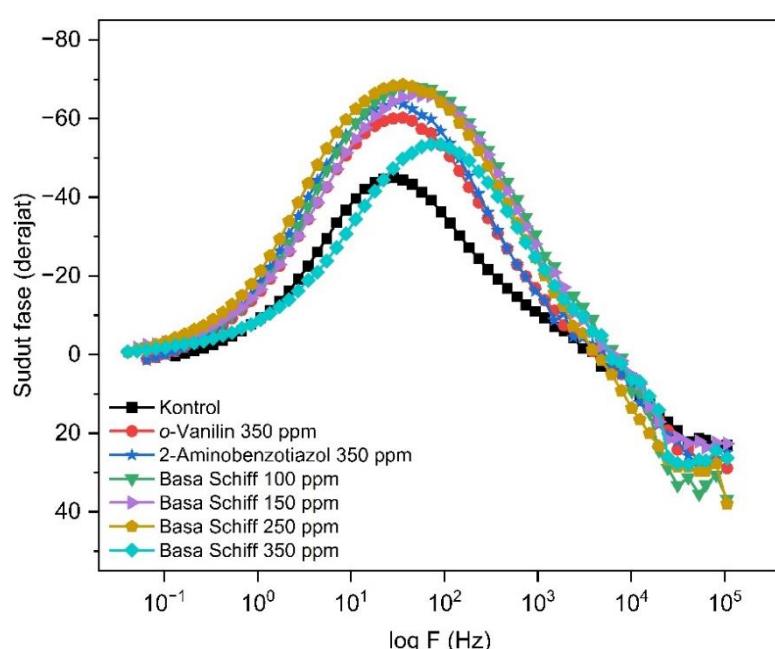
aminobenzotiazol dalam struktur senyawa basa Schiff berperan lebih besar dalam menghambat terjadinya transfer muatan antara elektroda dan elektrolit. Sedangkan untuk senyawa basa Schiff, terjadi perubahan nilai hambatan polarisasi (R_p) pada variasi konsentrasi inhibitor. Nilai R_p tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi 150 ppm yaitu sebesar $125,4 \Omega \text{ cm}^2$ dengan nilai efisiensi 86,18%. Hambatan polarisasi (R_p) memberikan gambaran terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan spesimen. Dimana semakin besar nilai R_p maka semakin efisien inhibitor dalam menghambat korosi. El Basiony dkk. (2019) telah menguji senyawa basa Schiff (Z)-N-(2-((2-(benzilidinamino)etil)amino)-etil)-3,4,5-trihidroksi-benzamida sebagai inhibitor korosi pada *mild steel* dalam media HCl 1 M menggunakan metode EIS menghasilkan nilai efisiensi tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi paling tinggi yaitu 250 ppm sebesar 85,42%. Hasil pengukuran menggunakan metode EIS dalam penelitian ini tidak sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh El Basiony dkk. (2019) dimana nilai efisiensi tertinggi tidak terjadi pada variasi konsentrasi inhibitor paling tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor teknis maupun faktor alat. Faktor teknis berupa proses penghalusan permukaan spesimen yang tidak maksimal sehingga masih banyak terdapat lubang/sumur pada permukaan spesimen. Permukaan logam yang tidak rata dapat mempercepat terjadinya korosi dan mengurangi kemampuan inhibitor dalam menghambat korosi sehingga nilai efisiensi turun dari semestinya. Sedangkan faktor alat dapat berupa tegangan listrik yang tidak stabil karena selama pengukuran EIS berlangsung terjadi pemberian tegangan arus listrik bolak-balik (AC) pada rentang frekuensi yang luas. Tegangan listrik yang tidak stabil selama pengukuran dapat menyebabkan penyimpangan pada gelombang gangguan dan gelombang respon sehingga hasil tidak akurat.



Gambar 4.22 Plot Bode reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K (keterangan: $\log |Z|$ (\log impedansi mutlak) dan $\log F$ (\log frekuensi))

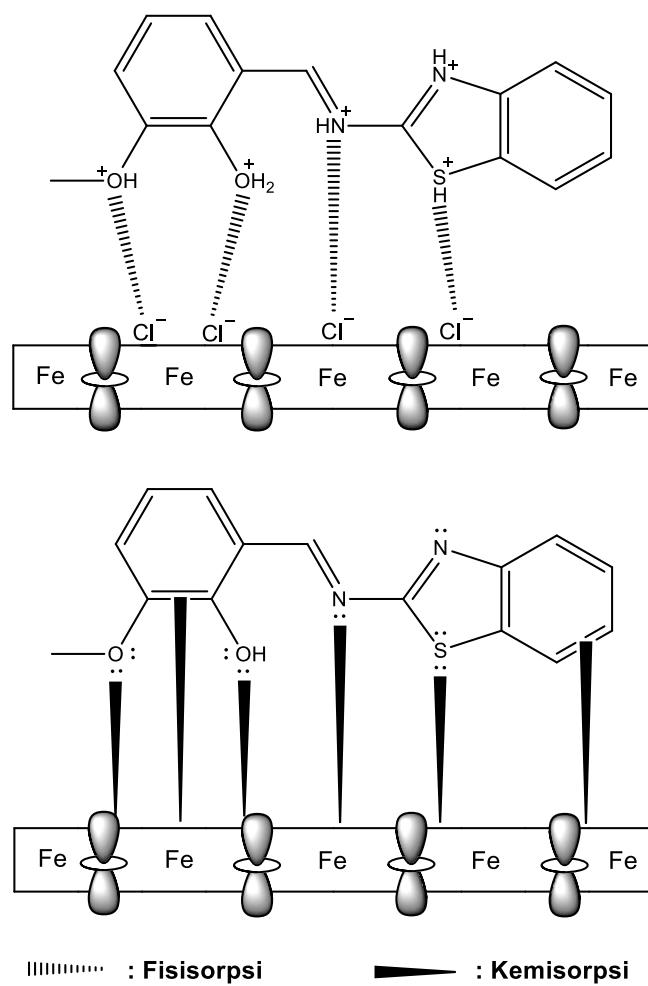
Plot Bode menunjukkan hubungan antara log frekuensi ($\log F$) sebagai sumbu x dan log impedansi mutlak ($\log |Z|$) sebagai sumbu y yang ditunjukkan pada Gambar 4.22. Impedansi mutlak $|Z|$ merupakan nilai impedansi keseluruhan yang merupakan gabungan dari impedansi nyata (Z_{real}) dan impedansi imajiner (Z_{imag}). Hasil dari plot Bode terlihat bahwa impedansi mutlak meningkat pada frekuensi yang rendah namun akan turun pada frekuensi tinggi yang menunjukkan laju korosi semakin besar atau hambatan semakin kecil. Nilai impedansi mutlak baik reaktan maupun senyawa basa Schiff untuk seluruh variasi konsentrasi lebih besar daripada kontrol. Hal ini menunjukkan adanya hambatan laju korosi oleh inhibitor melalui terbentuknya lapisan atau adsorpsi inhibitor pada permukaan *mild steel* yang dapat mencegah pelarutan logam dalam media asam (Bedair dkk., 2017). Dimana dalam senyawa inhibitor sisi yang dapat berikatan dengan logam untuk membentuk lapisan inhibitor yaitu ikatan π pada cincin aromatik maupun alifatik dan heteroatom seperti nitrogen, oksigen, atau Sulfur.

Gambar 4.23 menunjukkan plot sudut fase yang menghubungkan antara frekuensi sebagai sumbu x dan sudut fase pada sumbu y. Sudut fase merupakan perbedaan siklus gelombang sinusoidal antara gelombang yang diterapkan pada sistem dengan gelombang respon pada frekuensi yang sama. Berdasarkan plot sudut fase diperoleh hasil pergeseran nilai sudut fase menuju arah negatif dengan adanya inhibitor. Pergeseran nilai sudut fase untuk seluruh inhibitor diketahui lebih besar dibandingkan dengan kontrol (tanpa inhibitor). Hal ini mengindikasikan bahwa adanya inhibitor dapat menghambat korosi melalui terbentuknya lapisan inhibitor pada permukaan logam. Semakin negatif nilai sudut fase maka semakin besar kapasitansi inhibitor. Selain itu, terjadi pelebaran kurva sudut fase dengan adanya inhibitor yang mengonfirmasi semakin banyak molekul inhibitor yang teradsorp pada permukaan *mild steel* (Chugh dkk., 2020).



Gambar 4.23 Plot sudut fase reaktan dan senyawa basa Schiff pada *mild steel* dalam media HCl 1 M pada suhu 298K (keterangan: $\log F$ (log frekuensi))

Proses adsorpsi molekul inhibitor pada permukaan logam dapat terjadi secara fisisorpsi maupun kemisorpsi. Dalam suasana asam, senyawa basa Schiff sebagai inhibitor korosi secara parsial ada dalam bentuk molekul yang terprotonasi maupun molekul netral (Keleş dkk., 2021). Senyawa inhibitor yang terprotonasi akan teradsorp secara fisisorpsi yaitu melalui interaksi elektrostatik antara molekul inhibitor terprotonasi dengan muatan negatif berupa ion klorida (Cl^-) pada permukaan logam. Keberadaan molekul inhibitor yang terprotonasi tersebut dapat mengurangi jumlah proton yang bereaksi dengan logam sehingga korosi akan terhambat (Altalhi, 2023). Sedangkan molekul inhibitor yang netral akan teradsorp secara kemisorpsi pada permukaan logam melalui transfer atau serah terima elektron antara pasangan elektron bebas pada heteroatom dan ikatan π pada cincin aromatik maupun alifatik sehingga membentuk ikatan kovalen koordinasi. Oleh karena itu lapisan inhibitor yang terbentuk pada permukaan logam dapat mengurangi interaksi logam dengan elektrolit secara langsung sehingga menghambat proses terjadinya korosi. Mekanisme adsorpsi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol sebagai inhibitor korosi pada *mild steel* dalam media HCl 1 M ditunjukkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Mekanisme adsorpsi senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)methyl)-6-metoksifenol pada *mild steel* dalam media HCl 1 M

4.7 Keterkaitan Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Hasil sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol menggunakan metode penggerusan adalah senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol. Karakteristik senyawa produk sintesis basa Schiff yaitu berbentuk padat, berwarna kuning, dan titik lebur pada 164-168°C serta diperoleh persen rendemen sebesar 97,79%. Metode yang digunakan dalam sintesis senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol adalah metode penggerusan. Dimana metode penggerusan merupakan salah satu metode yang termasuk dalam aspek *green synthesis* karena tidak menggunakan pelarut dan katalis yang berbahaya serta tidak menghasilkan limbah atau produk samping yang bersifat toksik bagi lingkungan. Manusia sebagai makhluk ciptaan Allah Swt. yang paling sempurna berkewajiban untuk menjaga kelestarian dan keseimbangan serta mencegah terjadinya kerusakan alam. Sebagaimana Allah Swt. berfirman dalam Al-Quran surah Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَةَ اللَّهِ فَيْبِتُ مِنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “*Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.*” (Q.S. Al-A'raf ayat 56)

Surah Al-A'raf ayat 56 dalam Tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa Allah Swt. melarang perbuatan yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan sesuatu yang dapat menurunkan kelestarian alam. Sesungguhnya, apabila segala sesuatu berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadi kerusakan maka dapat membahayakan makhluk hidup yang lain. Sehingga pada akhir ayat tersebut disebutkan bahwa Allah Swt. menginginkan orang-orang yang berbuat kebaikan dan mengikuti perintah-perintah-Nya serta menjauhi segala larangan-Nya. Tafsir Al-Misbah karya Quraish Shihab menjelaskan bahwa berbuat kerusakan merupakan kegiatan melampaui batas. Allah Swt. telah menciptakan alam semesta sedemikian rupa dalam keadaan baik untuk memenuhi kebutuhan makhluk yang hidup. Sehingga, manusia sebagai khalifah memiliki rasa tanggung jawab untuk menjaga kelestarian lingkungan. Seseorang yang memiliki rasa tanggung jawab akan terbentuk keteguhan hati dalam bertingkah laku. Manusia tidak dilarang untuk memanfaatkan alam, namun dalam pemanfaatannya harus dikelola dengan sebaik-baiknya, sehingga kualitas lingkungan hidup terjaga (Shihab, 2002).

Senyawa basa Schiff memiliki beberapa manfaat salah satunya adalah sebagai inhibitor korosi. Korosi menjadi salah satu peristiwa umum yang sering terjadi dalam kehidupan manusia. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari terjadinya korosi diantaranya adalah gangguan kesehatan serta penggantian material terkorosi yang memakan biaya besar. Korosi dapat terjadi pada material yang mengandung logam seperti pagar rumah, kerangka

bangunan, maupun kendaraan bermotor. Unsur besi (Fe) merupakan unsur paling dominan yang terkandung dalam logam dibandingkan unsur yang lain. Saat ini, besi telah banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk kebutuhan industri, rumah tangga, konstruksi, maupun kendaraan. Unsur besi menjadi salah satu logam yang disebutkan dalam Al-Quran Surah Al-Hadid ayat 25.

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلًا إِلَيْنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَعُوْمَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ تَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعٌ لِلنَّاسِ وَلِعِلْمٍ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلُهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al-Kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa.” (Q.S. Al-Hadid ayat 25)

Shihab (2002) dalam tafsirnya menjelaskan bahwa Allah telah mengutus para rasul dengan membawa beberapa mukjizat yang kuat. Bersama mereka Allah menurunkan kitab suci yang mengandung hukum, syariat agama, dan timbangan untuk mewujudkan keadilan antar manusia. Kemudian Allah Swt. menciptakan besi yang dapat dijadikan alat peperangan disamping mempunyai banyak manfaat pada keadaan damai. Itu semua agar manusia dapat memanfaatkan besi untuk memenuhi kebutuhannya dan agar Allah Swt. mengetahui siapa saja yang membela agama dan rasul-rasul-Nya. Sesungguhnya Allah Maha kuasa karena diri-Nya sendiri dan tidak memerlukan bantuan siapapun.

Kini peralatan yang dibuat oleh manusia tidak lepas dari besi. Dalam surah Al-Hadid ayat 25 disebutkan bahwa besi kaya akan manfaat. Oleh karena itu keberadaan dan keutuhan besi harus diperhatikan. Besi dapat mengalami kerusakan karena interaksinya dengan alam. Korosi pada besi termasuk dalam proses alamiah sehingga tidak bisa dihindari, melainkan dapat dikendalikan laju korosinya. Upaya pengendalian laju korosi salah satunya adalah dengan menggunakan inhibitor korosi yaitu senyawa basa Schiff. Hasil pengujian aktivitas inhibitor korosi senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol dengan metode polarisasi potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) menunjukkan senyawa produk sintesis berpotensi sebagai inhibitor korosi dengan efisiensi inhibisi hingga 92,22%. Penggunaan senyawa basa Schiff sebagai inhibitor korosi merupakan salah satu bentuk ikhtiar untuk menjaga besi dari kerusakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol dapat mencegah material logam dari proses korosi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Produk hasil sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminobenzotiazol adalah senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol yang berbentuk padatan berwarna jingga kekuningan dengan rentang titik lebur pada 164-168°C. Senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol dapat bereaksi dengan NaOH yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna. Sedangkan saat direaksikan dengan akuades tidak terjadi perubahan warna dan masih terbentuk endapan. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya serapan gugus imina (C=N) yang merupakan gugus fungsi khas senyawa basa Schiff pada bilangan gelombang 1597,06 cm⁻¹. Selain itu hasil karakterisasi menggunakan GC-MS menunjukkan senyawa 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol muncul pada waktu retensi 49,644 menit dengan luas area sebesar 83,6% serta ion molekular senyawa basa Schiff sebesar 284 m/z yang telah sesuai dengan berat molekul senyawa target.
2. Nilai efisiensi inhibitor senyawa basa Schiff tertinggi dengan metode polarisasi potensiodinamik terjadi pada variasi konsentrasi 350 ppm yaitu sebesar 92,22%. Selain itu diketahui senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol merupakan inhibitor tipe campuran.
3. Pada metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS) nilai efisiensi inhibitor senyawa basa Schiff tertinggi terjadi pada variasi konsentrasi 150 ppm yaitu sebesar 86,18%. Senyawa basa Schiff 2-((benzotiazol-2-ilimino)metil)-6-metoksifenol diketahui telah membentuk lapisan inhibitor pada permukaan *mild steel* yang dapat mencegah terjadinya korosi.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan rekristalisasi untuk memurnikan produk sintesis dari sisa reaktan maupun pengotor.
2. Perlu dilakukan karakterisasi struktur senyawa basa Schiff menggunakan ¹H-NMR dan ¹³C-NMR untuk mengonfirmasi bahwa senyawa target telah terbentuk.
3. Perlu dilakukan karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui morfologi lapisan inhibitor yang terbentuk pada permukaan spesimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, S. (2020). Green Inhibitors to Reduce the Corrosion Damage. *Corrosion*, 1–14. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91481>
- Abdelsalam, M. M., Bedair, M. A., Hassan, A. M., Heakal, B. H., Younis, A., Elbialy, Z. I., Badawy, M. A., Fawzy, H. E. D., & Fareed, S. A. (2022). Green Synthesis, Electrochemical, and DFT Studies on The Corrosion Inhibition of Steel by Some Novel Triazole Schiff Base Derivatives in Hydrochloric Acid Solution. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(1), 103491. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103491>
- Abu-Yamin, A. A., Abduh, M. S., Saghir, S. A. M., & Al-Gabri, N. (2022). Synthesis, Characterization and Biological Activities of New Schiff Base Compound and its Lanthanide Complexes. *Pharmaceuticals*, 15(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ph15040454>
- Adeleke, A. A., Zamisa, S. J., Islam, M. S., Olofinsan, K., Salau, V. F., Mocktar, C., & Omondi, B. (2021). Quinoline Functionalized Schiff Base Silver (I) Complexes: Interactions with Biomolecules and In Vitro Cytotoxicity, Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Molecules*, 26(5). <https://doi.org/10.3390/molecules26051205>
- Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik Its*, 4(1), 1–5.
- Al-Amiery, A. A., Isahak, W. N. R. W., & Al-Azzawi, W. K. (2023). Corrosion Inhibitors: Natural and Synthetic Organic Inhibitors. *Lubricants*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/lubricants11040174>
- Al-Talib, M., Al-Soud, Y. A., Abussaud, M., & Khushashneh, S. (2016). Synthesis and Biological Evaluation of New Benzothiazoles as Antimicrobial Agents. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S926–S930. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.09.003>
- Alfin, M. (2021). Sintesis dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari 4-Formilpiridina dan p-Anisidina dengan Variasi Waktu Stirrer Menggunakan Pelarut Air. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Altalhi, A. A. (2023). Anticorrosion Investigation of New Diazene-Based Schiff Base Derivatives as Safe Corrosion Inhibitors for API X65 Steel Pipelines in Acidic Oilfield Formation Water: Synthesis, Experimental, and Computational Studies. *ACS Omega*, 8(34), 31271–31280. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03592>
- Alvan, M., Chusururi, M., Ravelia, D., Saputro, B. W., Na, F., Noerochiem, L., & Kurniawan, B. A. (2018). Comparison of Corrosion Inhibitor Performance Based on Green Corrosion Inhibitor of Extract Leaf Tobacco and Commercial Imidazoline Inhibitor in a Sweet Environment at Carbon Steel AISI 1045 in NaCl 3.5% Solution. *Journal of Applied and Physical Sciences*, 4(1), 14–25. <https://doi.org/10.20474/japs-4.1.3>
- Amosun, T. S., Hammed, S. O., de Lima, A. M. G., & Habibi, I. (2023). Effect of Quenching Media on Mechanical Properties of Welded Mild Steel Plate. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 3(1), 3–11. <https://doi.org/10.31603/mesi.7121>
- Ansari, K. R., & Quraishi, M. A. (2014). Bis-Schiff Bases of Isatin as New and Environmentally Benign Corrosion Inhibitor for Mild Steel. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(5), 2819–2829. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.11.014>
- Ardyansyah, F. (2015). Pengaruh Penambahan KI pada Media 2% NaCl Terhadap Inhibisi

Kitosan pada Korosi Tinplate. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Analitika Data Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Artama, R. I. (2023). Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan p-Anisidina pada Mild Steel Menggunakan Metode Polarisisasi potensiodinamik dan Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS). *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Bayeh, Y., Mohammed, F., Gebrezgiabher, M., Elemo, F., Getachew, M., & Thomas, M. (2020). Synthesis, Characterization and Antibacterial Activities of Polydentate Schiff Bases, Based on Salicylaldehyde. *Advances in Biological Chemistry*, 10(05), 127–139. <https://doi.org/10.4236/abc.2020.105010>

Bayu Permadi, L., & Endah Palupi, A. (2014). Analisa Laju Korosi pada Baja Karbon Ringan (Mild Steel) dengan Perlakuan Bending pada Media Pengkorosi Larutan Asam. *Jurnal Teknik*, 3(1), 49–54.

Bedair, M. A., El-Sabbah, M. M. B., Fouada, A. S., & Elaryan, H. M. (2017). Synthesis, Electrochemical and Quantum Chemical Studies of Some Prepared Surfactants Based on Azodye and Schiff Base as Corrosion Inhibitors for Steel in Acid Medium. *Corrosion Science*, 128(April), 54–72. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2017.09.016>

Bedair, M. A., Soliman, S. A., Bakr, M. F., Gad, E. S., Lgaz, H., Chung, I. M., Salama, M., & Alqahtany, F. Z. (2020). Benzidine-based Schiff Base Compounds for Employing as Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in 1.0 M HCl Aqueous Media by Chemical, Electrochemical and Computational Methods. *Journal of Molecular Liquids*, 317, 114015. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114015>

Bendale, A. R., Bhatt, R., Nagar, A., Jadhav, A. G., & Vidyasagar, G. (2011). Schiff Base Synthesis by Unconventional Route: An Innovative Green Approach. *Der Pharma Chemica*, 2(4), 34–38.

Bensaber, S. M., Allafe, H. A., Ermeli, N. B., Mohamed, S. B., Zetrini, A. A., Alsabri, S. G., Erhuma, M., Hermann, A., Jaeda, M. I., & Gbaj, A. M. (2014). Chemical Synthesis, Molecular Modelling, and Evaluation of Anticancer Activity of Some Pyrazol-3-one Schiff Base Derivatives. *Medicinal Chemistry Research*, 23(12), 5120–5134. <https://doi.org/10.1007/s00044-014-1064-3>

Chen, T., Zhong, X., Li, Z., & Hu, F. (2021). Analysis of Intermolecular Weak Interactions and Vibrational Characteristics for Vanillin and ortho-Vanillin by Terahertz Spectroscopy and Density Functional Theory. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 11(3), 318–329. <https://doi.org/10.1109/TTHZ.2020.3039462>

Chugh, B., Singh, A. K., Thakur, S., Pani, B., Lgaz, H., Chung, I. M., Jha, R., & Ebenso, E. E. (2020). Comparative Investigation of Corrosion-Mitigating Behavior of Thiadiazole-Derived Bis-Schiff Bases for Mild Steel in Acid Medium: Experimental, Theoretical, and Surface Study. *ACS Omega*, 5(23), 13503–13520. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b04274>

Cimerman, Z., Galic, N., & Bosner, B. (1997). The Schiff Bases of Salicylaldehyde and Aminopyridines as Highly Sensitive Analytical Reagents. *Analytica Chimica Acta*, 343(1–2), 145–153. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(96\)00587-9](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(96)00587-9)

Dadmal, T. L., Katre, S. D., Mandewale, M. C., & Kumbhare, R. M. (2018). Contemporary Progress in The Synthesis and Reactions of 2-Aminobenzothiazole: A Review. *New Journal of Chemistry*, 42(2), 776–797. <https://doi.org/10.1039/c7nj03776g>

- Darmapatni, K. A. G. (2016). Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3), 255. <https://doi.org/10.20473/jbp.v18i3.2016.255-266>
- Dehri, I., & Özcan, M. (2006). The Effect of Temperature on The Corrosion of Mild Steel in Acidic Media in The Presence of some Sulphur-Containing Organic Compounds. *Materials Chemistry and Physics*, 98(2–3), 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2005.09.020>
- Departemen Agama, R. I. (2010). *Tafsir Kemenag RI*. Jakarta: Adhi Aksara Abadi Indonesia.
- Dewar, M. J. S., Zoebisch, E. G., Healy, E. F., & Stewart, J. J. P. (1985). AM1: A New General Purpose Quantum Mechanical Molecular Model 1. *Journal of the American Chemical Society*, 107(13), 3902–3909. <https://doi.org/10.1021/ja00299a024>
- El Basyony, N. M., Elgendi, A., Nady, H., Migahed, M. A., & Zaki, E. G. (2019). Adsorption Characteristics and Inhibition Effect of Two Schiff Base Compounds on Corrosion of Mild Steel in 0.5 M HCl Solution: Experimental, DFT Studies, and Monte Carlo Simulation. *RSC Advances*, 9(19), 10473–10485. <https://doi.org/10.1039/c9ra00397e>
- Elton, M. D. (2017). Undergraduate Journal of Mathematical Modeling : One + Two Analyzation of the Resistor-Inductor-Capacitor Circuit Analyzation of the Resistor-Inductor-Capacitor Circuit. *Undergraduate Journal of Mathematical Modeling:One+Two*, 7.
- Erturk, A. G. (2020). Synthesis, Structural Identifications of Bioactive Two Novel Schiff Bases. *Journal of Molecular Structure*, 1202, 127299. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127299>
- Fabbrizzi, L. (2020). Beauty in Chemistry: Making Artistic Molecules with Schiff Bases. *Journal of Organic Chemistry*, 85(19), 12212–12226. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.0c01420>
- Fawzy, A., & Toghan, A. (2021). Inhibition Evaluation of Chromotrope Dyes for the Corrosion of Mild Steel in an Acidic Environment: Thermodynamic and Kinetic Aspects. *ACS Omega*, 6(5), 4051–4061. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c06121>
- Feigl, F., & Anger, V. (2012). *Spot Test in Organic Analysis*. Amsterdam: Elsevier.
- Gandjar, I., & Rohman, A. (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Gong, Z., Peng, Y., Qiu, J., Cao, A., Wang, G., & Peng, Z. (2017). Synthesis, In Vitro α -Glucosidase Inhibitory Activity and Molecular Docking Studies of Novel Benzothiazole-Triazole Derivatives. *Molecules*, 22(9), 1–11. <https://doi.org/10.3390/molecules22091555>
- Goyal, M., Kumar, S., Bahadur, I., Verma, C., & Ebenso, E. E. (2018). Organic Corrosion Inhibitors for Industrial Cleaning of Ferrous and non-Ferrous Metals in Acidic Solutions: A Review. *Journal of Molecular Liquids*, 256(2017), 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.02.045>
- Gupta, S. K., Mitra, R. K., Yadav, M., Dagdag, O., Berisha, A., Mamba, B. B., Nkambule, T. T. I., Ebenso, E. E., & Singh, S. K. (2023). Electrochemical, Surface Morphological and Computational Evaluation on Carbohydrazide Schiff Bases as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Medium. *Scientific Reports*, 13(1), 1–21. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41975-9>
- Hamid, S. J., & Salih, T. (2022). Design, Synthesis, and Anti-Inflammatory Activity of Some Coumarin Schiff Base Derivatives: In silico and in vitro Study. *Drug Design, Development and Therapy*, 16(June), 2275–2288. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S364746>

- Hanapi, A. (2016). Variasi Waktu Penggerusan pada Sintesis Senyawa basa Schiff Turunan Vanilin Tanpa Pelarut. *Laporan Penelitian*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hasanah, U., Hanapi, A., & Ningsih, R. (2017). Synthesis of Schiff Base Compound from Vanillin and p-Toluidine by Solvent Free-Mechanochemical Method. *Green Technology*, 8(1), 278–281.
- Hidayatullah, N. U. (2019). *Fenomena Korosi*. Surabaya: PT Jepe Press Media Utama.
- Hou, X., Lv, S., Chen, Z., & Xiao, F. (2018). Applications of Fourier Transform Infrared Spectroscopy Technologies on Asphalt Materials. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 121(March), 304–316. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.03.001>
- Issaadi, S., Douadi, T., Zouaoui, A., Chafaa, S., Khan, M. A., & Bouet, G. (2011). Novel Thiophene Symmetrical Schiff Base Compounds as Corrosion Inhibitor for Mild Steel in Acidic Media. *Corrosion Science*, 53(4), 1484–1488. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2011.01.022>
- IUPAC. (2014). Compendium of Chemical Terminology. In *International Union of Pure and Applied Chemistry*. <https://doi.org/10.1002/9783527626854.ch7>
- Jiang, L., Volovitch, P., Wolpers, M., & Ogle, K. (2012). Activation and Inhibition of Zn-Al and Zn-Al-Mg Coatings on Steel by Nitrate in Phosphoric Acid Solution. *Corrosion Science*, 60, 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2012.03.028>
- Jones, D. (1996). Principles and Prevention of Corrosion. *Materials & Design*, 14(3), 572.
- Jovianto, A. (2020). Perbandingan Metode Sintesis Refluks, Penggerusan, Pelarut Air (Stirrer) dan Sonikasi pada Sintesis Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan p-Anisidina. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kailas, K. H., Sheetal, J. P., Anita, P. P., & Apoorva, H. P. (2016). Four Synthesis Methods of Schiff Base Ligands and Preparation of Their Metal Complex With IR and Antimicrobial Investigation. www.wjpps.com Kapadnis et al. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(2), 1055–1063.
- Keleş, H., Keleş, M., & Sayın, K. (2021). Experimental and Theoretical Investigation of Inhibition Behavior of 2-((4-(Dimethylamino)benzylidene)amino)benzenethiol for Carbon Steel in HCl Solution. *Corrosion Science*, 184(July 2020). <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109376>
- Kouznetsov, V. V., Merchán-Arenas, D. R., Martínez-Bonilla, C. A., Macías, M. A., Roussel, P., & Gauthier, G. H. (2016). Grinding and Milling: Two Efficient Methodologies in The Solvent-Free Phosphomolybdic Acid-Catalyzed and Mechanochemical Synthesis of Cis-4-amido-N-yl-2-methyl-tetrahydroquinolines. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 27(12), 2246–2255. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160117>
- Kumar, R., Sharma, P. K., & Mishra, P. S. (2012). A Review on The Vanillin Derivatives Showing Various Biological Activities. *International Journal of PharmTech Research*, 4(1), 266–279.
- Kusumaningrum, V. A., Hanapi, A., Ningsih, R., Nafiah, S. A., & Nadhiroh, A. (2021). Synthesis, Characterization, and Antioxidant Activity of 2-Methoxy-4-((4-methoxy phenyl imino)-methyl)phenol Compounds. *Proceedings of the International Conference on*

- Engineering, Technology and Social Science (ICONETOS 2020), 529(Iconetos 2020), 292–296. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210421.042>*
- Lazanas, A. C., & Prodromidis, M. I. (2023). Electrochemical Impedance Spectroscopy—A Tutorial. *ACS Measurement Science Au*, 3(3), 162–193. <https://doi.org/10.1021/acsmeasuresciau.2c00070>
- Lebrini, M., Lagrenée, M., Vezin, H., Traisnel, M., & Bentiss, F. (2007). Experimental and Theoretical Study for Corrosion Inhibition of Mild Steel in Normal Hydrochloric Acid Solution by Some New Macrocyclic Polyether Compounds. *Corrosion Science*, 49(5), 2254–2269. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2006.10.029>
- Leonard, J. (2015). Distribusi Tingkat Karat dan Laju Korosi Baja St 37 dalam Lingkungan Air Laut dan Air Tanah. *Jurnal Mekanikal*, 6(1), 564–568. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mekanikal/article/view/5261>
- Liu, D. C., Zhang, H. J., Jin, C. M., & Quan, Z. S. (2016). Synthesis and Biological Evaluation of Novel Benzothiazole Derivatives as Potential Anticonvulsant Agents. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 21(3), 164. <https://doi.org/10.3390/molecules21030164>
- Ma'rufah, L. (2020). Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan p-Aminoasetofenon dengan Menggunakan Katalis Asam Alami Jus Jeruk Nipis serta Pemanfaatannya sebagai Inhibitor Korosi. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Maddila, S., Gorle, S., Seshadri, N., Lavanya, P., & Jonnalagadda, S. B. (2016). Synthesis, Antibacterial and Antifungal Activity of Novel Benzothiazole Pyrimidine Derivatives. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(5), 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.04.003>
- Magar, H. S., Hassan, R. Y. A., & Mulchandani, A. (2021). Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS): Principles, Construction, and Biosensing Applications. *Sensors*, 21(19). <https://doi.org/10.3390/s21196578>
- Maulana, M. R. (2022). Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis dari Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol Menggunakan Metode Penggerusan. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Monticelli, C. (2018). Corrosion inhibitors. In *Encyclopedia of Interfacial Chemistry: Surface Science and Electrochemistry*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.13443-2>
- Myrdal, R. (2010). *Corrosion Inhibitors – State of The Art*. Bindern: COIN Project.
- Nasser, A., Migahed, M. A., EL Basiony, N. M., Abd-El-Bary, H. M., & Mohamed, T. A. (2023). Electrochemical, Surface Analysis, Computational and Anticorrosive Studies of Novel di-Imine Schiff Base on X65 Steel Surface. *Scientific Reports*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37321-8>
- Natasya, T., Khairafah, M. E., Br Sembiring, M. S., & Hutabarat, L. N. (2022). Corrosion Factors on Nail. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v5i1.33159>
- Nikitasari, A., Fadillah, B., Oediyan, S., & Mabruri, E. (2016). Polarisasi Potensioidinamik Baja Beton Di Dalam Larutan Simulasi yang Terkontaminasi Air Laut dan Karbonat. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 17(4), 165–171.

- Obot, I. B., Umoren, S. A., & Johnson, A. S. (2013). Sunlight-Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles Using Honey and its Promising Anticorrosion Potentials for Mild Steel in Acidic Environments. *Journal of Materials and Environmental Science*, 4(6), 1013–1018.
- Öğretir, C., Mihçi, B., & Bereket, G. (1999). Quantum Chemical Studies of Some Pyridine Derivatives Corrosion Inhibitors. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 488(1–3), 223–231. [https://doi.org/10.1016/S0166-1280\(99\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0166-1280(99)00033-0)
- Ouarga, A., Zirari, T., Fashu, S., Lahcini, M., Ben Youcef, H., & Trabadelo, V. (2023). Corrosion of Iron and Nickel Based Alloys in Sulphuric Acid: Challenges and Prevention Strategies. *Journal of Materials Research and Technology*, 26, 5105–5125. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.198>
- Papavinasam, S. (2000). Corrosion Inhibitors. In: Uhlig's Corrosion Handbook, Second Edition. John Wiley & Sons, Inc, 1089–1105.
- Patil, C. J., Patil, M. C., Patil, M. C. P., & N., A. (2015). Azomethines and Biological Screening: Part-2. Evaluation of Biological Properties of Schiff Bases from 2-Aminobenzothiazoles and 4-Chlorobenzaldehyde,. *J. Chem. Biol Phy. Sci.*, 6(1), 220-227.,
- Prasetyo, F. (2021). Analisis Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Kiwi Sebagai Green Inhibitor dan pH HCl Terhadap Baja ASTM A106 Grade B. Skripsi. Departemen Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Radwan, A. B., Sliem, M. H., Yusuf, N. S., Alnuaimi, N. A., & Abdullah, A. M. (2019). Enhancing the Corrosion Resistance of Reinforcing Steel under Aggressive Operational Conditions Using Behentrimonium Chloride. *Scientific Reports*, 9(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54669-y>
- Rajkumar, S., Lijalem, M., Akhilut, T., & Mohanavel, V. (2020). Prediction and Estimation of Electroplating Characteristics, Corrosion Rate of Zinc Coated Mild Steel Coupling. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, 22(12). <https://doi.org/10.51201/jusst12505>
- Sadhasivam, G., Kulanthai, K., Rajamani, S., & Perumal, P. (2016). Synthesis, Characterization, and Anti-plasmodial Activity of 2,6-Substituted Benzothiazole Derivatives. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 11(2), 321–327. <https://doi.org/10.3329/bjp.v11i2.24886>
- Sana, S., Reddy, K. R., Rajanna, K. C., Venkateswarlu, M., & Ali, M. M. (2012). Mortar-Pestle and Microwave Assisted Regioselective Nitration of Aromatic Compounds in Presence of Certain Group V and VI Metal Salts under Solvent Free Conditions. *International Journal of Organic Chemistry*, 02(03), 233–247. <https://doi.org/10.4236/ijoc.2012.23032>
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., & W, A. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa acuminate* (L)). *Ijobb*, 2(1), 31.
- Schweitzer, P. A. (2017). Corrosion inhibitors. *Corrosion and Corrosion Protection Handbook, Second Edition*, 47–52. <https://doi.org/10.1201/9781315140384>
- Sebastian, O., & Thapa, A. (2015). Schiff Base Metal Complexes of Ni, Pd and Cu. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(10), 953–963.
- Shafiq, B., Muhi-Eldeen, Z., Al-Kaissi, E., & Al-Adham, I. S. (2016). Synthesis, Structural Elucidation and Antimicrobial Evaluation of 2-{4-(Tamino)-2-(but-2-yn-1-yl)}-1,3 benzothiazole Derivatives. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical*

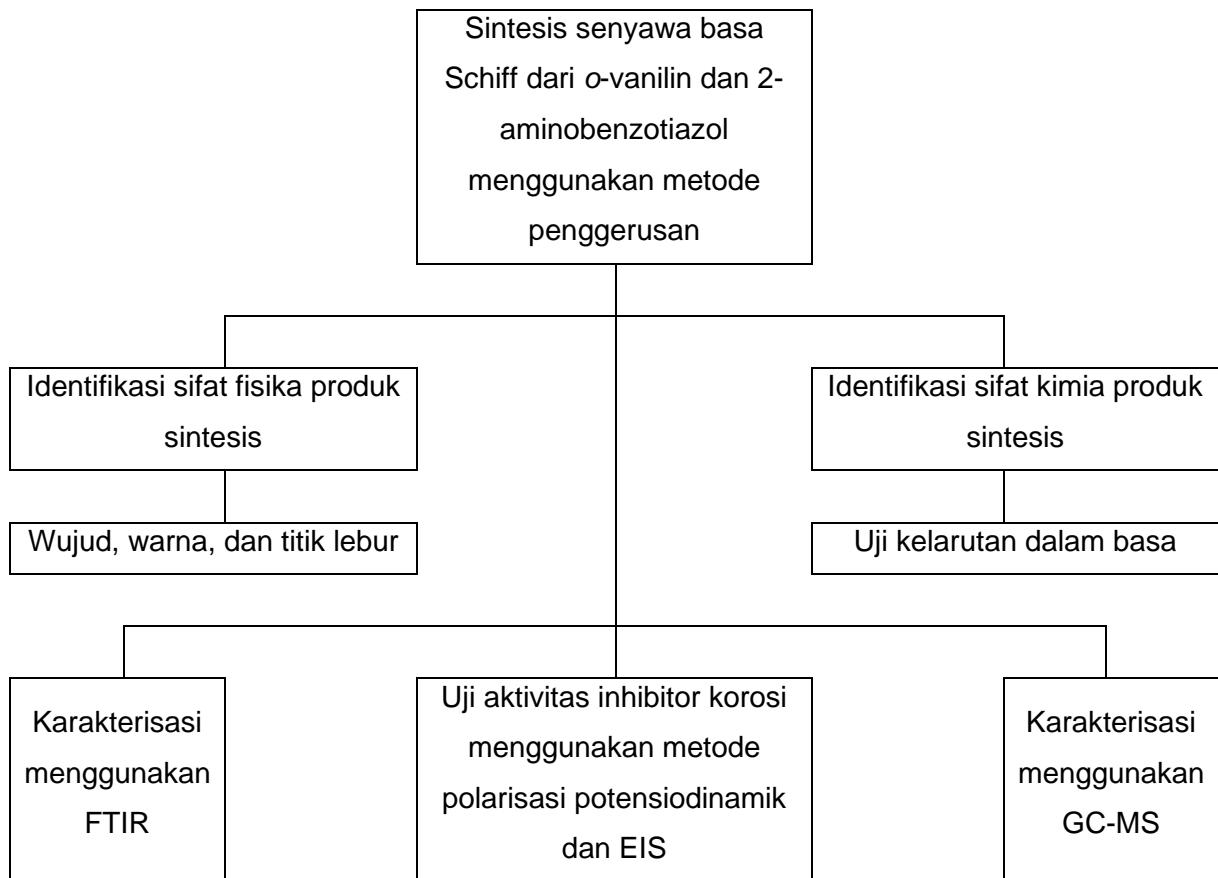
- Sciences*, 8(4), 189–193.
- Shahid, M., Salim, M., Khalid, M., Tahir, M. N., Khan, M. U., & Braga, A. A. C. (2018). Synthetic, XRD, non-Covalent Interactions and Solvent Dependent Nonlinear Optical Studies of Sulfadiazine-Ortho-Vanillin Schiff Base: (E)-4-((2-Hydroxy-3-methoxy-benzylidene) amino)-N-(pyrimidin-2-yl)benzene-sulfonamide. *Journal of Molecular Structure*, 1161, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.02.043>
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Quran*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shobaruddin, M. A. (2023). Green Synthesis, Karakterisasi dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol. *Skripsi*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sigma-Aldrich. (2019). Lembaran Data Keselamatan. *Lembar Data Keselamatan Bahan*, 1907, 1–7. https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-113126?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- Silverstain, R. M., & Webster, F. X. (1997). *Spectrometric Identification of Organic Compounds Sixth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sirumapea, L., Asmiyanti, & Khoirunisa, A. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Antibakteri Kompleks Fe (III) dengan Derivat Schiff Base. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 2(2), 49–54.
- Skoog, D. A., Holler, J. E., & Crouch, S. R. (1998). Principles of Instrumental Analysis Sixth Edition. In *Studies in Conservation*. Belamont: David Harris. <https://doi.org/10.2307/1505543>
- Socrates, G. (2001). Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies Third Edition. In *Journal of Raman Spectroscopy*. Chihester: John Wiley & Sons, LTD. <http://doi.wiley.com/10.1002/jrs.1238>
- Suyambulingam, D. J. K., Velmurugan, R., Karvembu, R., Bhuvanesh, S., Enoch, I., Paulraj, M. S., & Chitra, D. S. (2016). Co(II) Complex of 2-Amino-6-methylbenzothiazole: Synthesis, Structure and Biological Evaluation. *Indian Journal of Chemistry Section a*, 55, 1297–1304.
- Tezcan, F., Yerlikaya, G., Mahmood, A., & Kardaş, G. (2018). A Novel Thiophene Schiff Base as an Efficient Corrosion Inhibitor for Mild Steel in 1.0 M HCl: Electrochemical and Quantum Chemical Studies. *Journal of Molecular Liquids*, 269, 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.08.025>
- Ummathur, M. B., Sayudevi, P., & Krishnankutty, K. (2009). Schiff Bases of 3-[2-(1,3-Benzothiazol-2-YL)hydrazinylidene] pentane-2,4-dione with Aliphatic Diamines and Their Metal Complexes. *Journal of the Argentine Chemical Society*, 97(2), 31–39.
- Yaws, C. L. (2015). *The Yaws Handbook of Physical Properties for Hydrocarbons and Chemicals: Physical Properties for More Than 54,000 Organic and Inorganic Chemical Compounds, Coverage for C1 to C100 Organics and Ac To Zr Inorganics*. Gulf Professional Publishing.
- Yusuf, T. L., Oladipo, S. D., Olagboye, S. A., Zamisa, S. J., & Tolufashe, G. F. (2020). Solvent-Free Synthesis of Nitrobenzyl Schiff Bases: Characterization, Antibacterial Studies, Density Functional Theory and Molecular Docking Studies. *Journal of Molecular Structure*, 1222, 128857. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.128857>

Zarei, M., & Jarrahpour, A. (2011). Green and Efficient Synthesis of Azo Schiff Bases. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science*, 35(3), 235–242.

Zobeidi, A., Neghmouche Nacer, S., Atia, S., Kribaa, L., Kerassa, A., Kamarchou, A., AlNoaimi, M., Ghernaout, D., Ali, M. A., Lagum, A. A., & Elboughdiri, N. (2023). Corrosion Inhibition of Azo Compounds Derived from Schiff Bases on Mild Steel (XC70) in (HCl, 1 M DMSO) Medium: An Experimental and Theoretical Study. *ACS Omega*, 8(24), 21571–21584. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c00741>

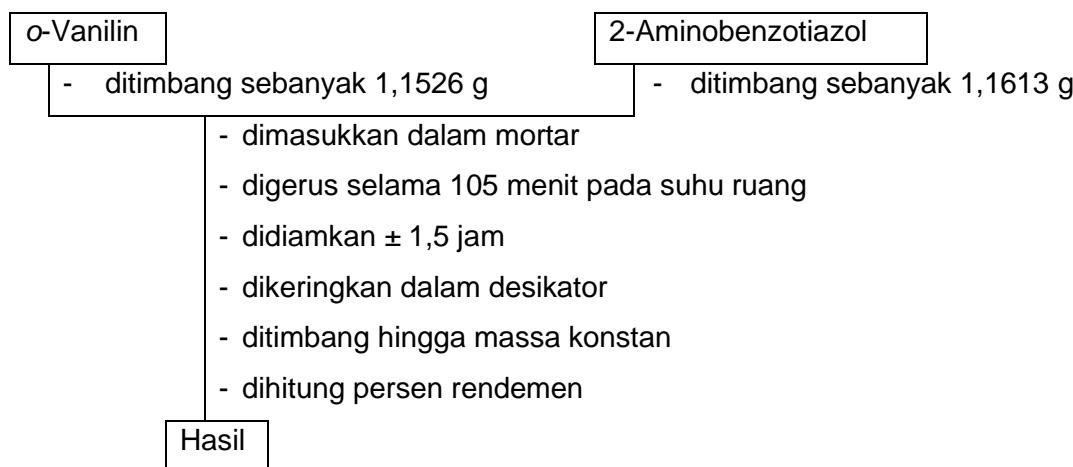
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

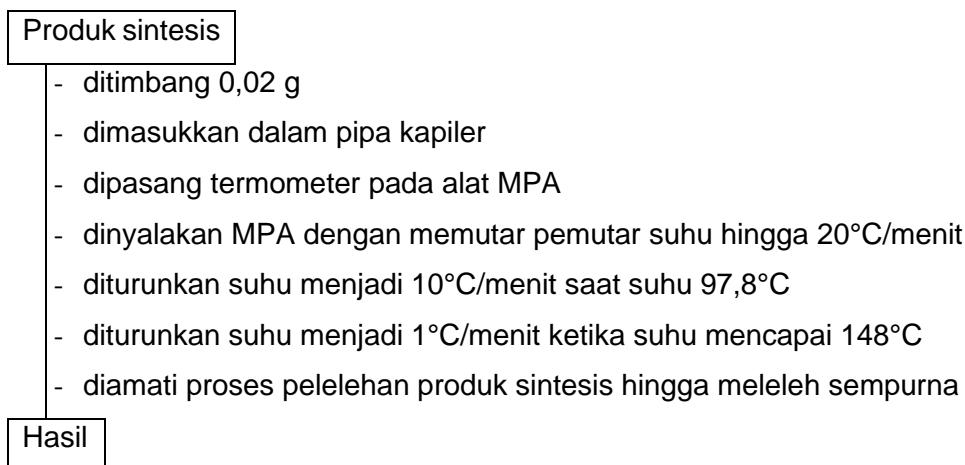


Lampiran 2. Diagram Alir

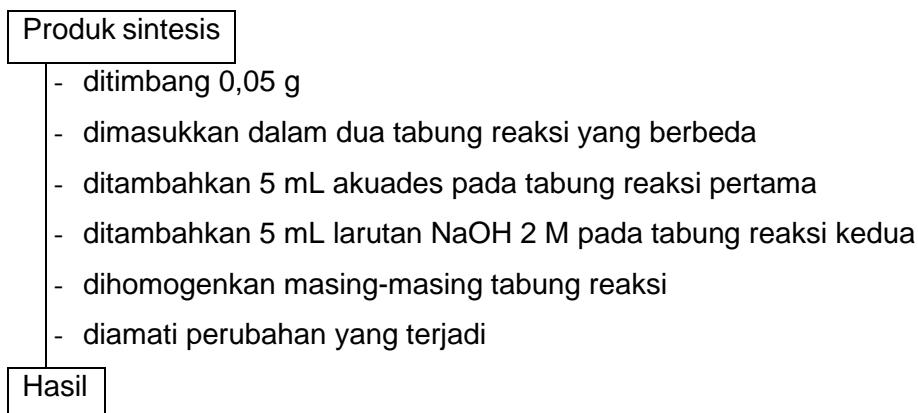
L.2.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol



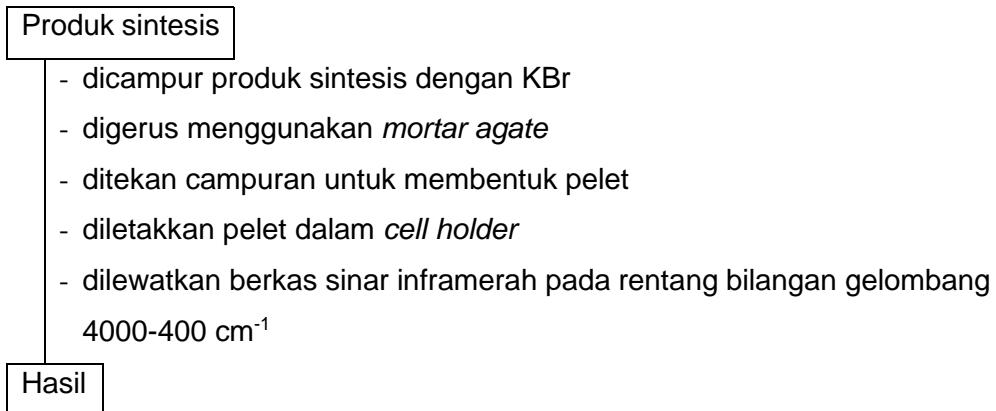
L.2.2 Uji Titik Lebur Produk Sintesis



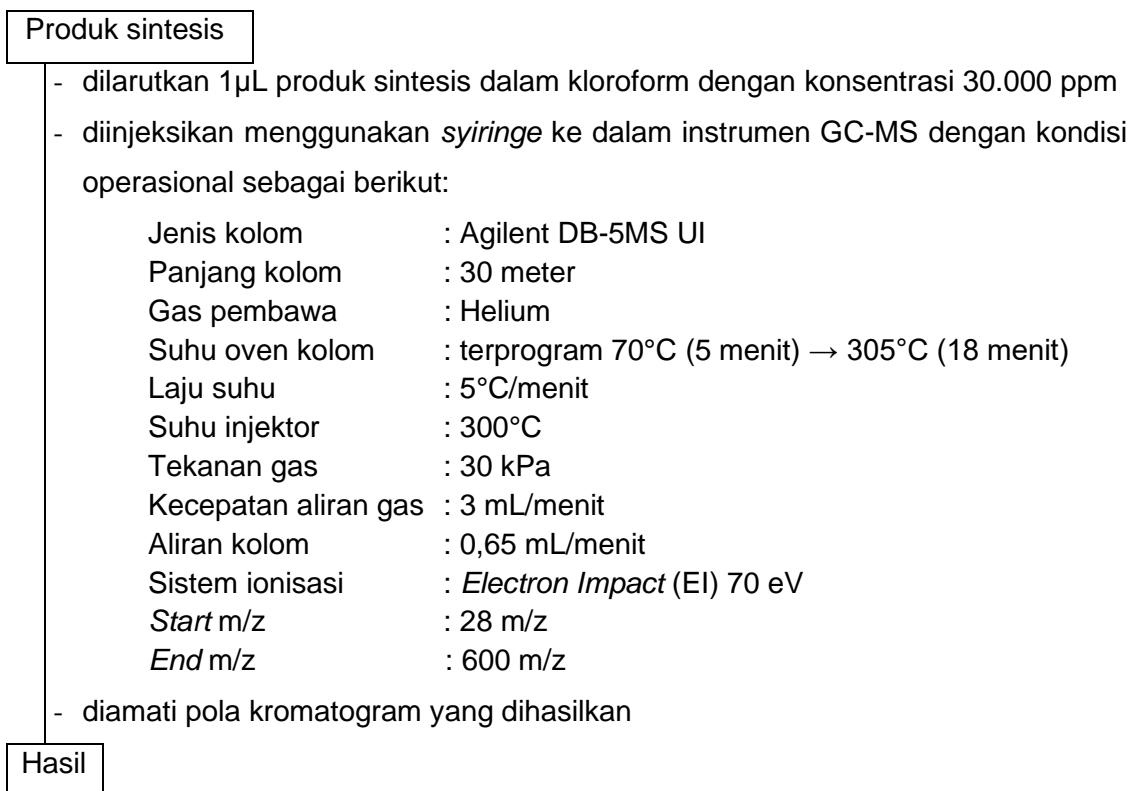
L.2.3 Uji Kelarutan Produk Sintesis dalam Basa



L.2.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan Spektrofotometer FTIR

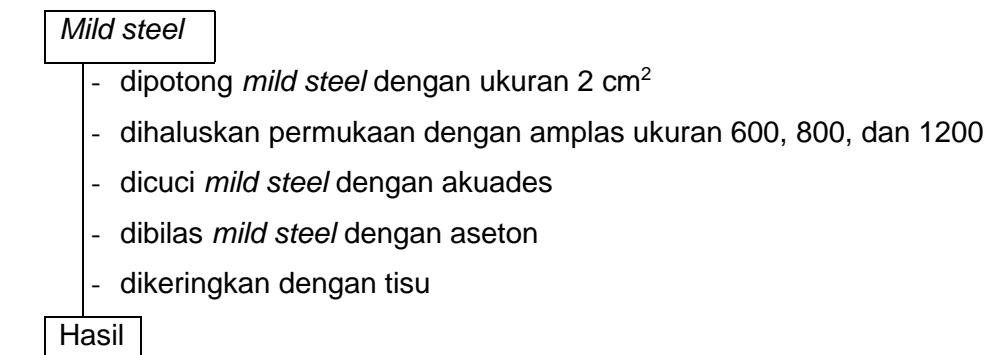


L.2.5 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS

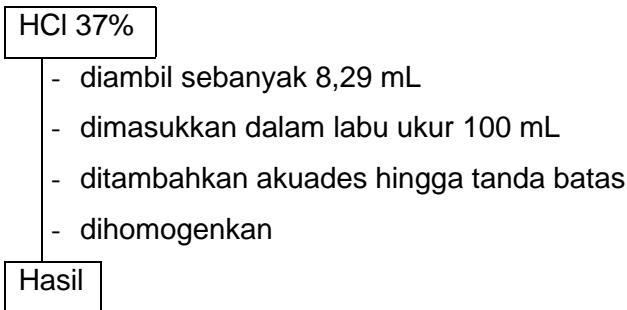


L.2.6 Uji Aktivitas Inhibitor Korosi

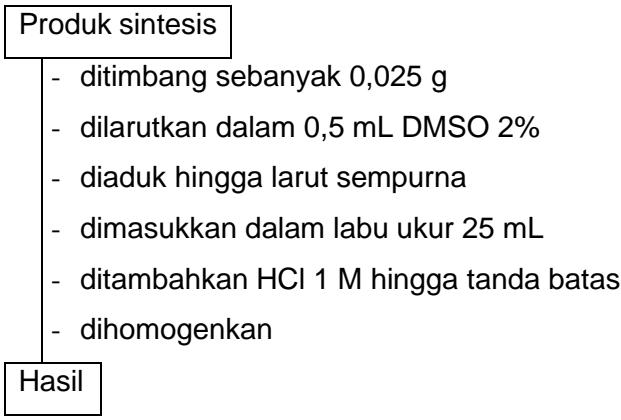
L.2.6.1 Pembuatan Spesimen Uji



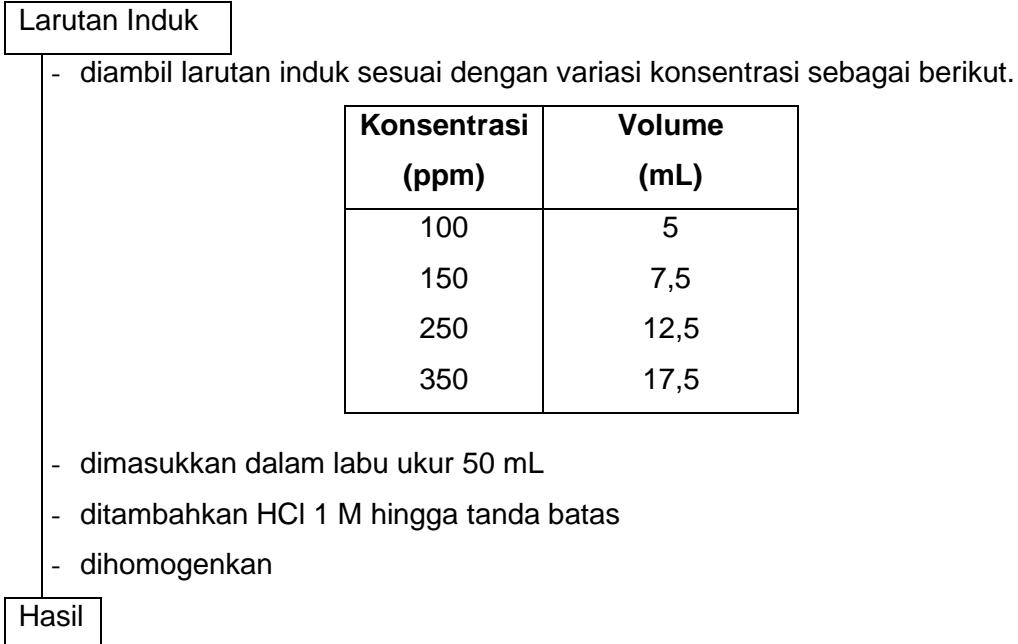
L.2.6.2 Pembuatan Larutan Kontrol (HCl 1 M)



L.2.6.3 Pembuatan Larutan Induk Inhibitor Korosi (1000 ppm)



L.2.6.4 Pembuatan Larutan Inhibitor Korosi Variasi Konsentrasi 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm



L.2.6.5 Pengujian Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik

Larutan inhibitor

- disiapkan elektroda kerja (*mild steel*), elektroda pembanding (SCE), dan elektroda bantu (grafit)
- direndam elektroda kerja dalam media HCl 1 M selama 30 menit
- dirangkai elektroda bantu dan elektroda pembanding dalam sistem
- ditambahkan larutan media inhibitor baik dengan dan tanpa inhibitor
- dihubungkan sel dengan potensiostat dan komputer
- diatur potensial awal -200 mV dan potensial akhir +200 mV dengan *scan rate* 10 mV/s

Hasil

L.2.6.6 Pengujian Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode EIS

Larutan inhibitor

- disiapkan elektroda kerja (*mild steel*), elektroda pembanding (SCE), dan elektroda bantu (grafit)
- direndam elektroda kerja dalam media HCl 1 M selama 30 menit
- dirangkai elektroda bantu dan elektroda pembanding dalam sistem
- ditambahkan larutan media inhibitor baik dengan dan tanpa inhibitor
- dihubungkan sel dengan potensiostat dan komputer
- diatur frekuensi awal 100 kHz dan frekuensi akhir 0,01 Hz dengan amplitudo 10 mV

Hasil

Lampiran 3. Perhitungan

L.3.1 Perhitungan Massa o-Vanilin (7,5 mmol) yang Digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul} &= \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \\
 \text{Mr senyawa} &= 152,1473 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,0075 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{Mr} \\
 &= 0,0075 \text{ mol} \times 152,1473 \text{ g/mol} \\
 &= 1,1411 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang:

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{1,1412 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang ditimbang} &= \frac{1,1411 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\
 &= 1,1526 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.2 Perhitungan Massa 2-Aminobenzotiazol (7,5 mmol) yang Digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul} &= \text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{S} \\
 \text{Mr senyawa} &= 150,20 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,0075 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{Mr} \\
 &= 0,0075 \text{ mol} \times 150,20 \text{ g/mol} \\
 &= 1,1265 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang:

$$\frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{1,1265 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang ditimbang} &= \frac{1,1265 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{97 \text{ g}} \\
 &= 1,1613 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.3 Perhitungan Stoikiometri Massa Senyawa Produk Sintesis basa Schiff

Reaksi: o-vanilin (1) + 2-aminobenzotiazol (2) → produk sintesis basa Schiff (3)

Reaksi	:	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	:	0,0075 mol		0,0075 mol		
Reaksi	:	0,0075 mol		0,0075 mol		0,0075 mol
Setimbang	:	-		-		0,0075 mol

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa (3)} &= \text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_2\text{N}_2\text{S} \\
 \text{Mr senyawa (3)} &= 284,339 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa (3)} &= 0,0075 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa (3)} &= \text{mol} \times \text{Mr} \\
 &= 0,0075 \text{ mol} \times 284,339 \text{ g/mol} \\
 &= 2,1325 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.4 Perhitungan Persen Rendemen Berat Produk Sintesis

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{Massa percobaan}}{\text{Massa Teoritis}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,0854 \text{ g}}{2,1325 \text{ g}} \times 100\% \\
 &= 97,79\%
 \end{aligned}$$

L.3.5 Pembuatan Larutan NaOH 2 M

Diketahui : Mr NaOH = 40 g/mol
 Volume larutan = 20 mL = 0,02 L

Ditanya : Massa NaOH

Jawab :

$$\begin{aligned}
 \text{Mol} &= \text{M} \times \text{V} & \text{Massa} &= \text{Mol} \times \text{Mr} \\
 &= 2 \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ L} & &= 0,04 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} \\
 &= 0,04 \text{ mol} & &= 1,6 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.6 Perhitungan Kemurnian Produk Sintesis

$$\begin{aligned}
 \text{Kemurnian (\%)} &= \frac{\text{Luas area puncak senyawa target}}{\text{Luas area puncak keseluruhan}} \times 100\% \\
 &= \frac{190393392}{227735945} \times 100\% \\
 &= 83,60\%
 \end{aligned}$$

L.3.7 Pembuatan Larutan HCl 1 M

Diketahui: % HCl = 37%
 ρ HCl = 1,19 g/mL
 Mr HCl = 36,5 g/mol
 V HCl = 100 mL
 M HCl = 1 M

Ditanya: Konsentrasi HCl

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi} &= \frac{10 \times \% \text{ M} \times \rho}{\text{Mr}} \\
 &= \frac{10 \times 37 \times 1,19 \text{ g/mL}}{36,5 \text{ g/mol}} = 12,06 \text{ M}
 \end{aligned}$$

Volume yang dipipet:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12,06 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 8,29 \text{ mL}$$

L.3.8 Perhitungan Volume Larutan DMSO 2% (v/v)

$$V (\%) = \frac{\text{volume komponen (V}_k)}{\text{volume campuran (V}_c)} \times 100\%$$

Diketahui : % V = 2%

$$V_c = 25 \text{ mL}$$

Ditanya : V_k

$$\begin{aligned} \text{Jawab} : V_k &= \frac{\% V}{100\%} \times V_c \\ &= \frac{2\%}{100\%} \times 25 \text{ mL} \\ &= 0,5 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.9 Pembuatan Larutan Induk (1000 ppm)

Massa basa Schiff yang ditimbang:

$$\begin{aligned} 1000 \text{ ppm} &= \frac{\text{mg}}{0,025 \text{ L}} \\ &= 1000 \text{ mg/L} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 25 \text{ mg} \\ &= 0,25 \text{ g} \end{aligned}$$

L.3.10 Pembuatan Larutan Inhibitor 100 ppm, 150 ppm, 250 ppm, dan 350 ppm

Diketahui : M₁ = 1000 ppm

$$V_2 = 20 \text{ mL}$$

Ditanya : V₁

$$\text{Jawab} : M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

L.3.10.1 Larutan Inhibitor 100 ppm

Diketahui: M₂ = 100 ppm

$$\text{Jawab} : M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 100 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Diambil larutan induk sebanyak 5 mL dan ditandabataskan pada labu ukur 50 mL.

L.3.10.2 Larutan Inhibitor 150 ppm

Diketahui: M₂ = 150 ppm

$$\begin{aligned}\text{Jawab} : M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 150 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 7,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Diambil larutan induk sebanyak 7,5 mL dan ditandabataskan pada labu ukur 50 mL.

L.3.10.3 Larutan Inhibitor 250 ppm

$$\begin{aligned}\text{Diketahui: } M_2 &= 250 \text{ ppm} \\ \text{Jawab} : M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 250 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 12,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Diambil larutan induk sebanyak 12,5 mL dan ditandabataskan pada labu ukur 50 mL.

L.3.10.4 Larutan Inhibitor 350 ppm

$$\begin{aligned}\text{Diketahui: } M_2 &= 350 \text{ ppm} \\ \text{Jawab} : M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 1000 \text{ ppm} \times V_1 &= 350 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL} \\ V_1 &= 17,5 \text{ mL}\end{aligned}$$

Diambil larutan induk sebanyak 17,5 mL dan ditandabataskan pada labu ukur 50 mL.

L.3.11 Perhitungan Efisiensi Inhibisi Korosi

L.3.11.1 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Rumus:

$$\% \text{ EI} = \frac{I_{\text{corr}} - I_{\text{corr(inh)}}}{I_{\text{corr}}} \times 100$$

Basa Schiff 100 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,45702}{2,2233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 79,53\end{aligned}$$

Basa Schiff 350 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,17373}{2,2233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 92,22\end{aligned}$$

Basa Schiff 150 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,30898}{2,2233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 86,16\end{aligned}$$

o-Vanilin 350 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,63203}{2,2233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 71,7\end{aligned}$$

Basa Schiff 250 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,22053}{0,002233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 90,12\end{aligned}$$

2-Aminobenzotiazol 350 ppm:

$$\begin{aligned}\% \text{ EI} &= \frac{2,233 - 0,55367}{2,2233} \times 100 \\ \% \text{ EI} &= 75,21\end{aligned}$$

L.3.11.2 Metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)*

Rumus:

$$\% \text{ EI} = \frac{R_{ct(\text{inh})} - R_{ct}}{R_{ct(\text{inh})}} \times 100$$

Basa Schiff 100 ppm:

$$\% \text{ EI} = \frac{78,78 - 17,33}{78,78} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 78$$

Basa Schiff 350 ppm:

$$\% \text{ EI} = \frac{81,126 - 17,33}{81,126} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 78,64$$

Basa Schiff 150 ppm:

$$\% \text{ EI} = \frac{125,4 - 17,33}{125,4} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 86,18$$

o-Vanilin 350 ppm:

$$\% \text{ EI} = \frac{52,84 - 17,33}{52,84} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 67,21$$

Basa Schiff 250 ppm:

$$\% \text{ EI} = \frac{122,51 - 17,33}{122,51} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 85,86$$

2-Aminobenzotiazol 350 ppm:

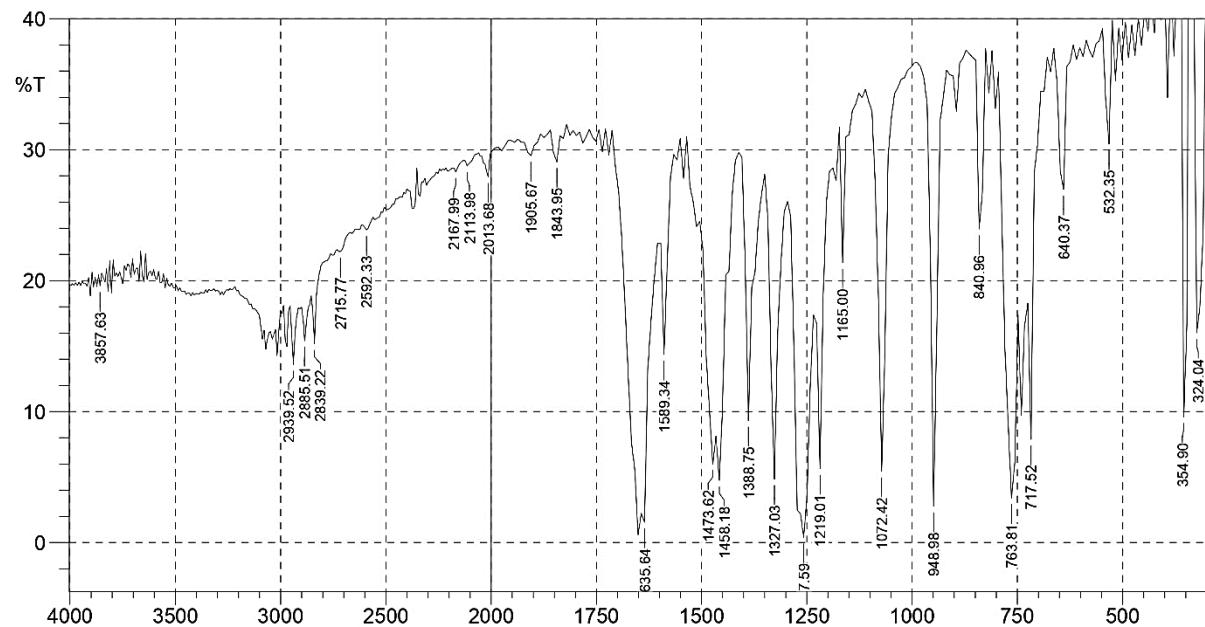
$$\% \text{ EI} = \frac{95,69 - 17,33}{95,69} \times 100$$

$$\% \text{ EI} = 81,89$$

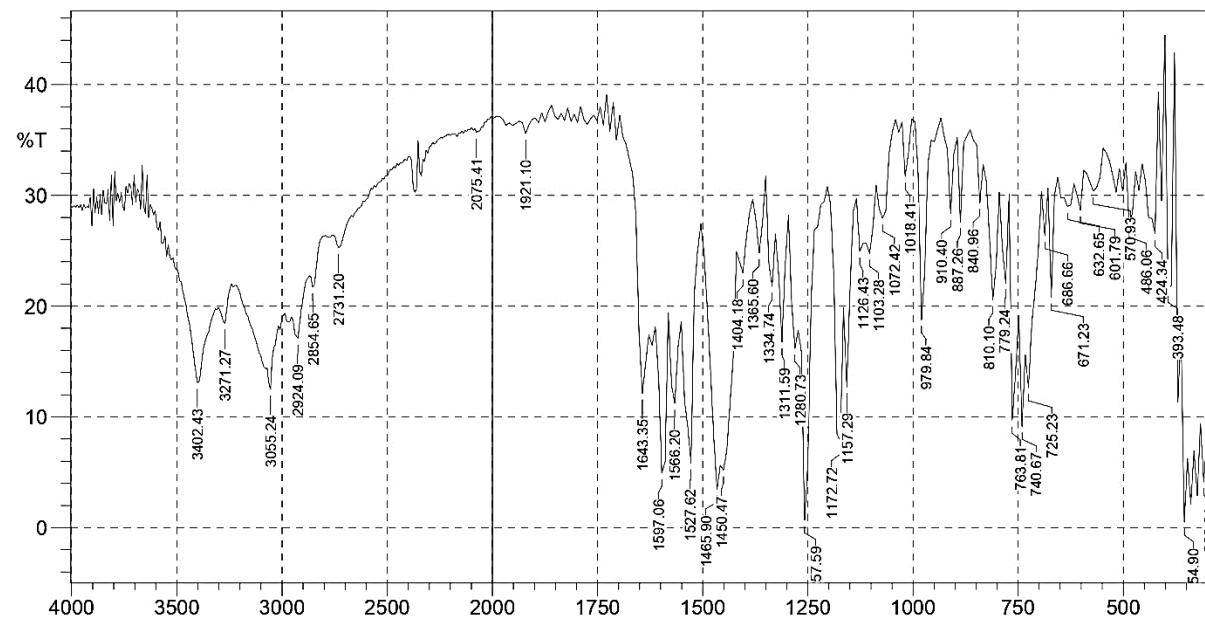
Lampiran 4. Data Hasil Karakterisasi

L.4.1 Hasil Karakterisasi FTIR

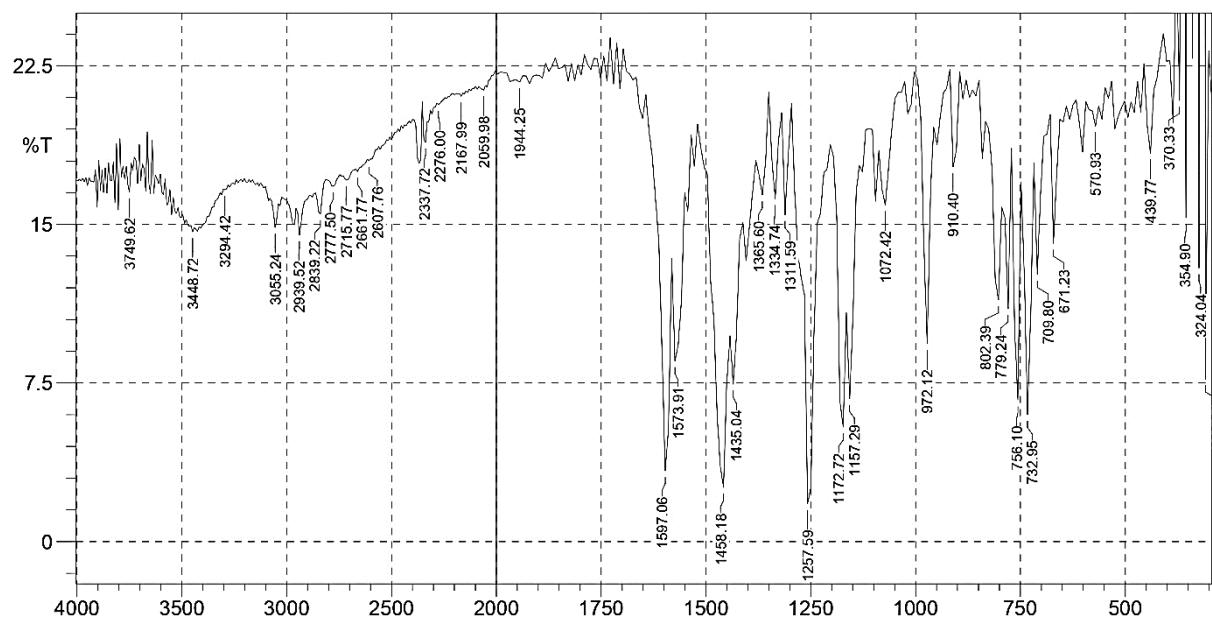
L.4.1.1 Spektra FTIR o-Vanilin



L.4.1.2 Spektra FTIR 2-Aminobenzotiazol

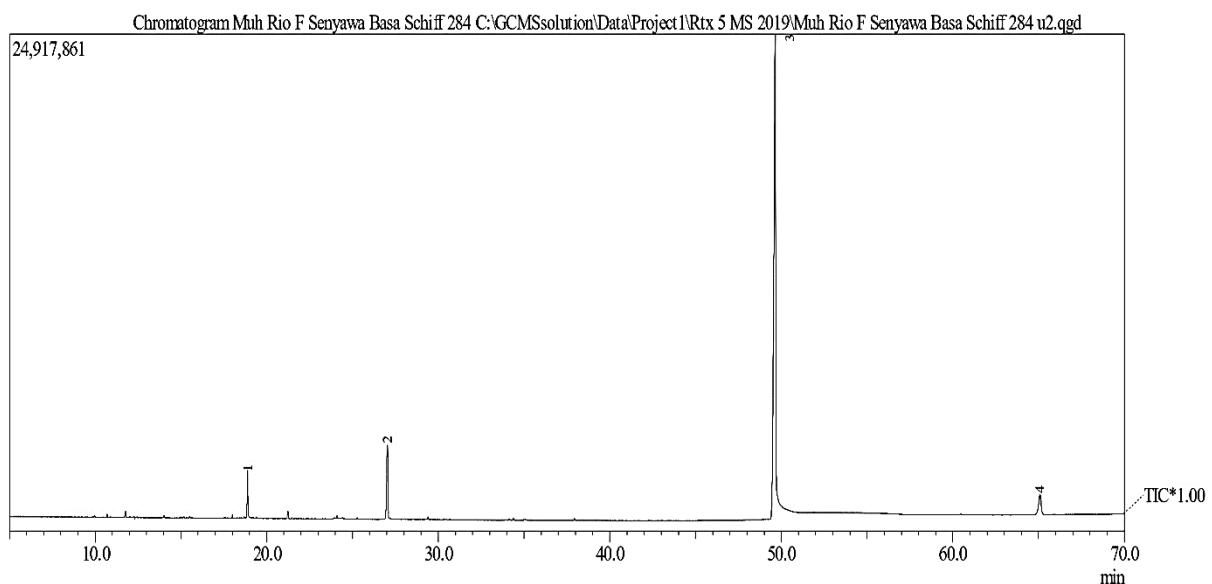


L.4.1.3 Spektra FTIR Produk Sintesis Basa Schiff



L.4.2 Hasil Karakterisasi GC-MS

L.4.2.1 Kromatogram Produk Sintesis Basa Schiff



Peak Report TIC						
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	18.890	18.792	19.092	8281514	3.64	2309456
2	27.037	26.892	27.242	1887657	8.29	3667950
3	49.644	49.367	50.392	190393392	83.60	23058193
4	65.098	64.817	65.342	10183382	4.47	991649
				227735945	100.00	30027248

L.4.2.2 Spektra Massa Puncak Pertama

Sample Information

Muh Rio F Senyawa Basa Schiff 284
C:\GCMSSolution\Data\Project\Rtx 5 MS 2019\Muh Rio F Senyawa Basa Schiff 284 u2.qgd

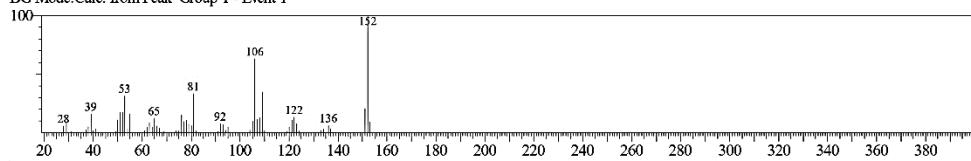
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:18.892(Scan#:1884) MassPeaks:57

RawMode:Averaged 18.883-18.900(1883-1885) BasePeak:152.05(331350)

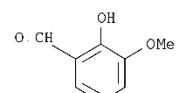
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:28893 Library:WILEY229.LIB

SI:91 Formula:C8 H8 O3 CAS:148-53-8 MolWeight:152 RetIndex:0

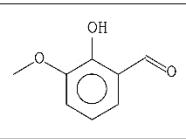
CompName:Benzaldehyde, 2-hydroxy-3-methoxy- (CAS) 2-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde \$\$ o-Vanillin \$\$ 6-Formylguaiacol \$\$ 3-Methoxysalicylaldehyde \$\$ 6-Formyl-2-methoxyphenol \$\$ m-



Hit#:2 Entry:10154 Library:NIST62.LIB

SI:90 Formula:C8H8O3 CAS:148-53-8 MolWeight:152 RetIndex:0

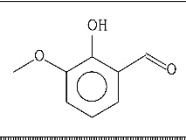
CompName:Benzaldehyde, 2-hydroxy-3-methoxy- \$ m-Anisaldehyde, 2-hydroxy- \$ o-Vanillin \$ 2-Hydroxy-3-methoxybenzaldehyde \$ 3-Methoxy-2-hydroxybenzaldehyde \$ 3-Methoxysalicyl-



Hit#:3 Entry:4657 Library:NIST12.LIB

SI:82 Formula:C8H8O3 CAS:148-53-8 MolWeight:152 RetIndex:0

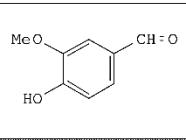
CompName:Benzaldehyde, 2-hydroxy-3-methoxy-



Hit#:4 Entry:28893 Library:WILEY229.LIB

SI:78 Formula:C8 H8 O3 CAS:121-33-5 MolWeight:152 RetIndex:0

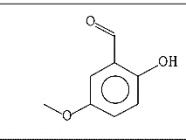
CompName:Benzaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxy- (CAS) Vanillin \$\$ VANILLINE \$\$ Lioxin \$\$ Vanilin \$\$ Vanillaldehyde \$\$ Vanillic aldehyde \$\$ 2-Methoxy-4-formylphenol \$\$ 4-Formyl-2-metho-



Hit#:5 Entry:4667 Library:NIST12.LIB

SI:77 Formula:C8H8O3 CAS:672-13-9 MolWeight:152 RetIndex:0

CompName:Benzaldehyde, 2-hydroxy-5-methoxy-



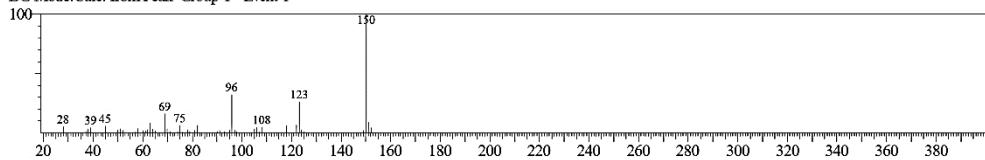
L.4.2.3 Spektra Massa Puncak Kedua

<<Target >>

Line#:2 R.Time:27.033(Scan#:2861) MassPeaks:47

RawMode:Averaged 27.025-27.042(2860-2862) BasePeak:150.05(1085759)

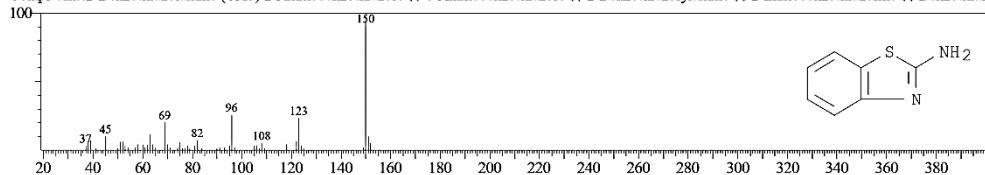
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:27293 Library:WILEY229.LIB

SI:94 Formula:C7H6N2S CAS:136-95-8 MolWeight:150 RetIndex:0

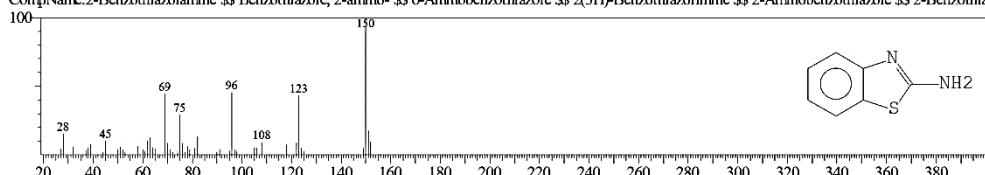
CompName:2-Benzothiazolamine (CAS) 2-Aminobenzothiazole \$\$ o\text{-Aminobenzothiazole} \$\$ 2-Benzothiazolylamine \$\$ 2\text{-Iminobenzothiazoline} \$\$ Benzothiazole, 2-amino- \$\$ 2(3\text{H})\text{-Benzothiazol}



Hit#:2 Entry:9642 Library:NIST62.LIB

SI:87 Formula:C7H6N2S CAS:136-95-8 MolWeight:150 RetIndex:0

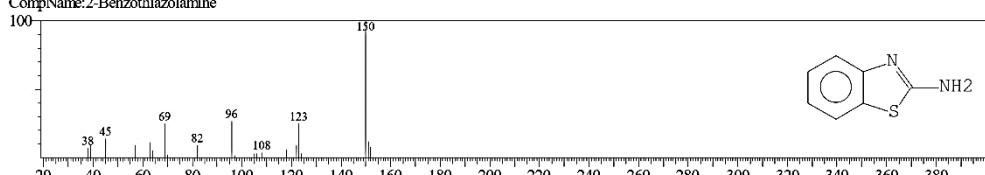
CompName:2-Benzothiazolamine \$\$ Benzothiazole, 2\text{-amino-} \$\$ o\text{-Aminobenzothiazole} \$\$ 2(3\text{H})\text{-Benzothiazolylamine} \$\$ 2\text{-Aminobenzothiazole} \$\$ 2\text{-Benzothiazolylamine} \$\$ 2\text{-Iminobenzothiazolit}



Hit#:3 Entry:4474 Library:NIST12.LIB

SI:85 Formula:C7H6N2S CAS:136-95-8 MolWeight:150 RetIndex:0

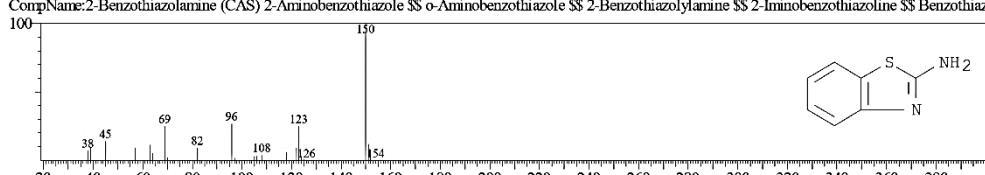
CompName:2-Benzothiazolamine



Hit#:4 Entry:27295 Library:WILEY229.LIB

SI:85 Formula:C7H6N2S CAS:136-95-8 MolWeight:150 RetIndex:0

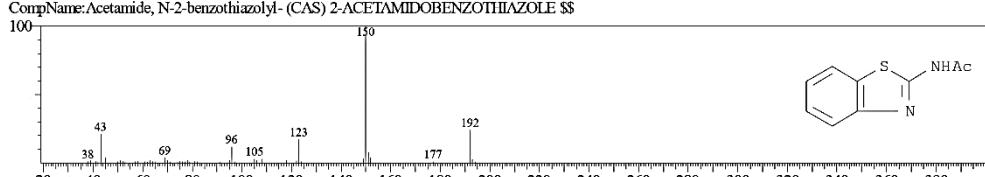
CompName:2-Benzothiazolamine (CAS) 2-Aminobenzothiazole \$\$ o\text{-Aminobenzothiazole} \$\$ 2-Benzothiazolylamine \$\$ 2\text{-Iminobenzothiazoline} \$\$ Benzothiazole, 2-amino- \$\$ 2(3\text{H})\text{-Benzothiazol}



Hit#:5 Entry:59714 Library:WILEY229.LIB

SI:78 Formula:C9H8N2O S CAS:3028-06-6 MolWeight:192 RetIndex:0

CompName:Acetamide, N-(2-benzothiazolyl)- (CAS) 2-ACETAMIDO BENZOTHIAZOLE \$\$



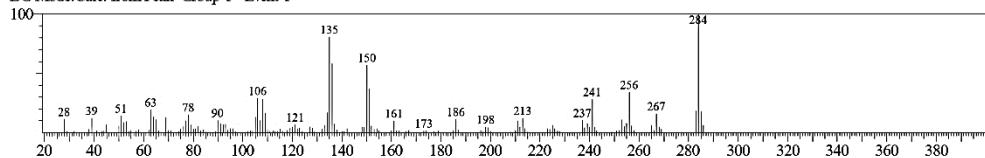
L.4.2.4 Spektra Massa Puncak Ketiga

<< Target >>

Line#:3 R.Time:49.642(Scan#:5574) MassPeaks:146

RawMode:Averaged 49.633-49.650(5573-5575) BasePeak:283.95(2001208)

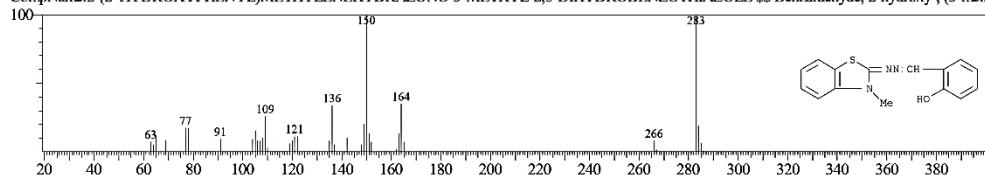
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:133560 Library:WILEY229.LIB

SI:56 Formula:C15 H13 N3 O S CAS:21429-26-5 MolWeight:283 RetIndex:0

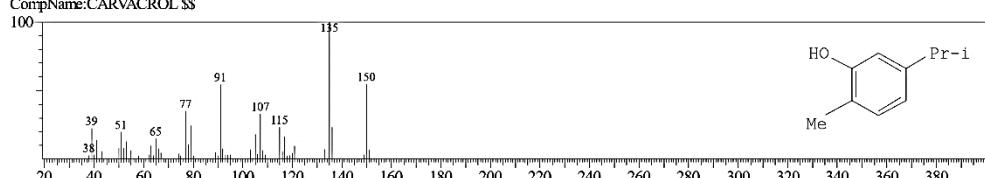
CompName:2-(2'-HYDROXYPHENYL)METHYLENEHYDRAZONO-3-METHYL-2,3-DIHYDROBENZOTHIAZOLE \$\$ Benzaldehyde, 2-hydroxy-, (3-methyl-2(3H)-benzothiazolylidene)hydra



Hit#:2 Entry:28034 Library:WILEY229.LIB

SI:55 Formula:C10 H14 O CAS:499-75-2 MolWeight:150 RetIndex:0

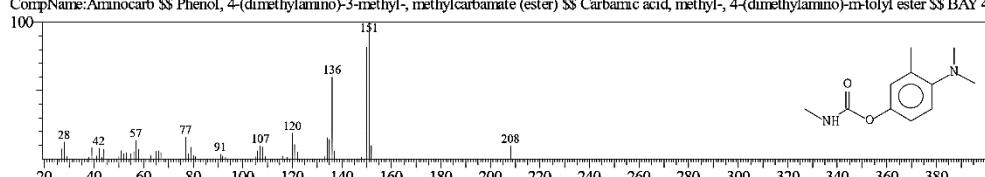
CompName:CARVACROL \$\$



Hit#:3 Entry:24823 Library:NIST62.LIB

SI:55 Formula:C11H16N2O2 CAS:2032-59-9 MolWeight:208 RetIndex:0

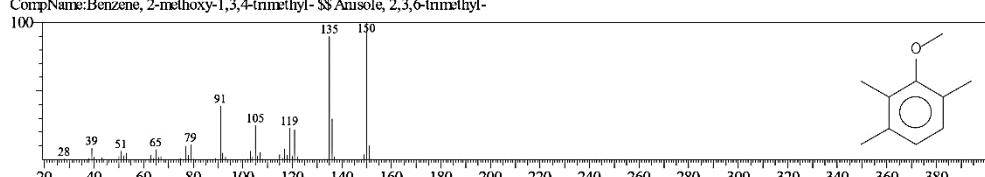
CompName:Aminocarb \$\$ Phenol, 4-(dimethylamino)-3-methyl-, methylcarbamate (ester) \$\$ Carbamic acid, methyl-, 4-(dimethylamino)-m-tolyl ester \$\$ BAY 44646 \$\$ Matacil \$\$ Mitacil \$\$ 3-Me



Hit#:4 Entry:9866 Library:NIST62.LIB

SI:55 Formula:C10H14O CAS:21573-36-4 MolWeight:150 RetIndex:0

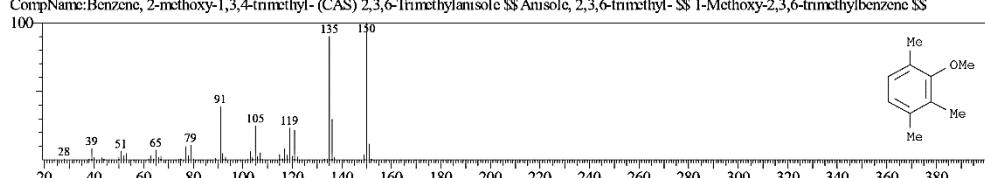
CompName:Benzene, 2-methoxy-1,3,4-trimethyl- \$\$ Anisole, 2,3,6-trimethyl-



Hit#:5 Entry:27812 Library:WILEY229.LIB

SI:55 Formula:C10 H14 O CAS:21573-36-4 MolWeight:150 RetIndex:0

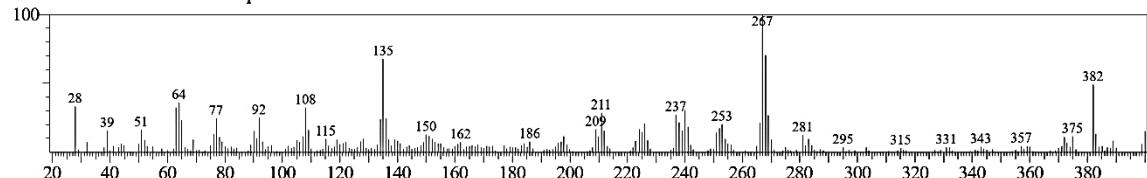
CompName:Benzene, 2-methoxy-1,3,4-trimethyl- (CAS) 2,3,6-Trimethylanisole \$\$ Anisole, 2,3,6-trimethyl- \$\$ 1-Methoxy-2,3,6-trimethylbenzene \$\$



L.4.2.5 Spektra Massa Puncak Keempat

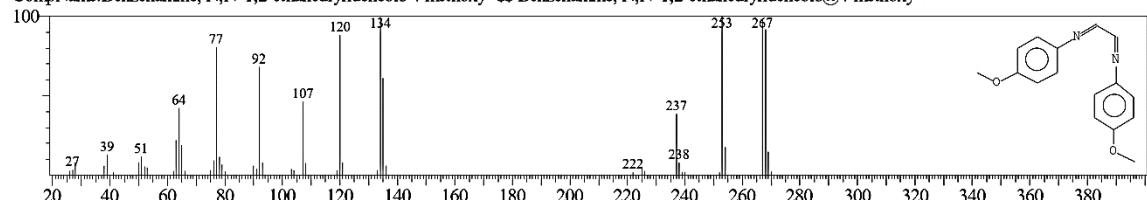
<< Target >>

Line#:4 R.Time:65.100(Scan#:7429) MassPeaks:252
 RawMode:Averaged 65.092-65.108(7428-7430) BasePeak:267.00(45535)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



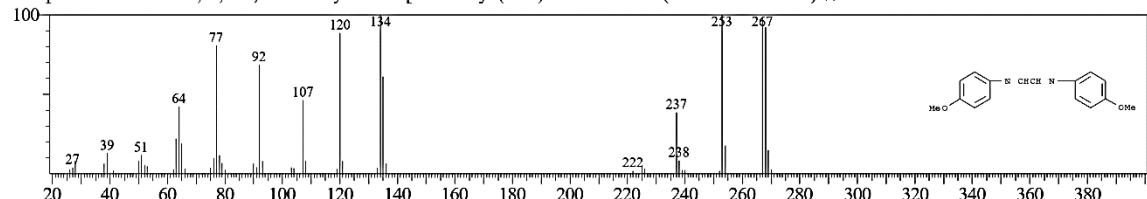
Hit#:1 Entry:37383 Library:NIST62.LIB

SI:59 Formula:C16H16N2O2 CAS:24764-91-8 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:Benzenamine, N,N'-1,2-ethanediylidenebis@4-methoxy-



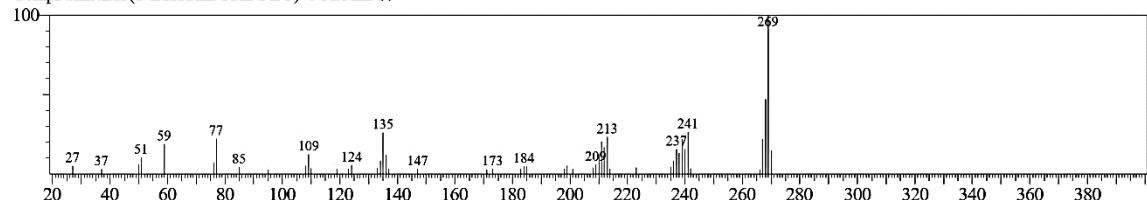
Hit#:2 Entry:122881 Library:WILEY229.LIB

SI:59 Formula:C16 H16 N2 O2 CAS:24764-91-8 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:Benzenamine, N,N'-1,2-ethanediylidenebis[4-methoxy- (CAS) GLYOXAL-BIS(P-METHOXYANIL) \$\$



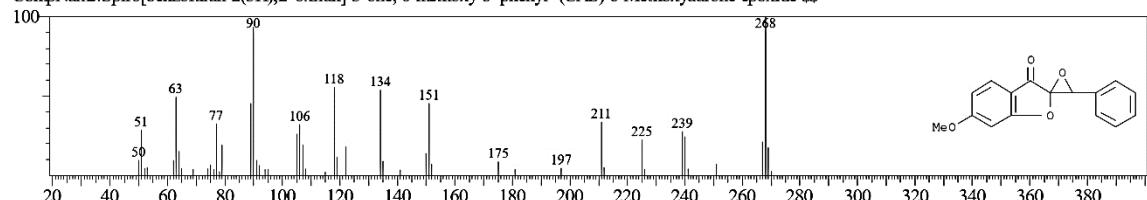
Hit#:3 Entry:123496 Library:WILEY229.LIB

SI:50 Formula:C14 H20 B2 CO CAS:0-00-0 MolWeight:269 RetIndex:0
 CompName:BIS(1-ETHYLBORINATO)-COBALT \$\$



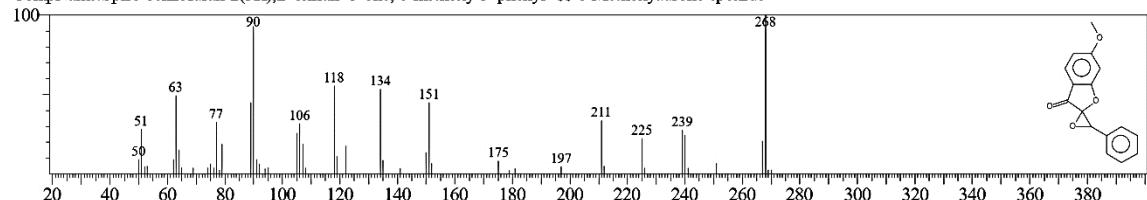
Hit#:4 Entry:122838 Library:WILEY229.LIB

SI:49 Formula:C16 H12 O4 CAS:10173-78-1 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:Spiro[benzofuran-2(3H),2'-oxiran]-3-one, 6-methoxy-3'-phenyl- (CAS) 6-Methoxyaurone epoxide \$\$



Hit#:5 Entry:37362 Library:NIST62.LIB

SI:49 Formula:C16H12O4 CAS:10173-78-1 MolWeight:268 RetIndex:0
 CompName:Spiro benzofuran-2(3H),2'-oxiran -3-one, 6-methoxy-3'-phenyl- \$ 6-Methoxyaurone epoxide



L.4.2.6 Kondisi Operasional Instrumen GC-MS

GCMS-QP2010S SHIMADZU
 Kolom : Agilent DB-5MS UI
 Panjang : 30 meter
 ID : 0,25 mm
 Film : 0,25 um
 Gas pembawa : Helium
 Pengionan : EI 70 Ev

[Comment]

=====Analytical Line 1=====

[GC-2010]
 Column Oven Temp. :70.0 °C
 Injection Temp. :300.00 °C
 Injection Mode :Split
 Flow Control Mode :Pressure
 Pressure :30.0 kPa
 Total Flow :35.6 mL/min
 Column Flow :0.65 mL/min
 Linear Velocity :29.6 cm/sec
 Purge Flow :3.0 mL/min
 Split Ratio :49.0
 High Pressure Injection :OFF
 Carrier Gas Saver :OFF
 Splitter Hold :OFF
 Oven Temp. Program

Rate	Temperature(°C)	Hold Time(min)
-	70.0	5.00
5.00	305.0	18.00

< Ready Check Heat Unit >
 Column Oven : Yes
 SPL1 : Yes
 MS : Yes
 < Ready Check Detector(FTD) >
 < Ready Check Baseline Drift >
 < Ready Check Injection Flow >
 SPL1 Carrier : Yes
 SPL1 Purge : Yes
 < Ready Check APC Flow >
 < Ready Check Detector APC Flow >
 External Wait :No
 Equilibrium Time :3.0 min

[GC Program]

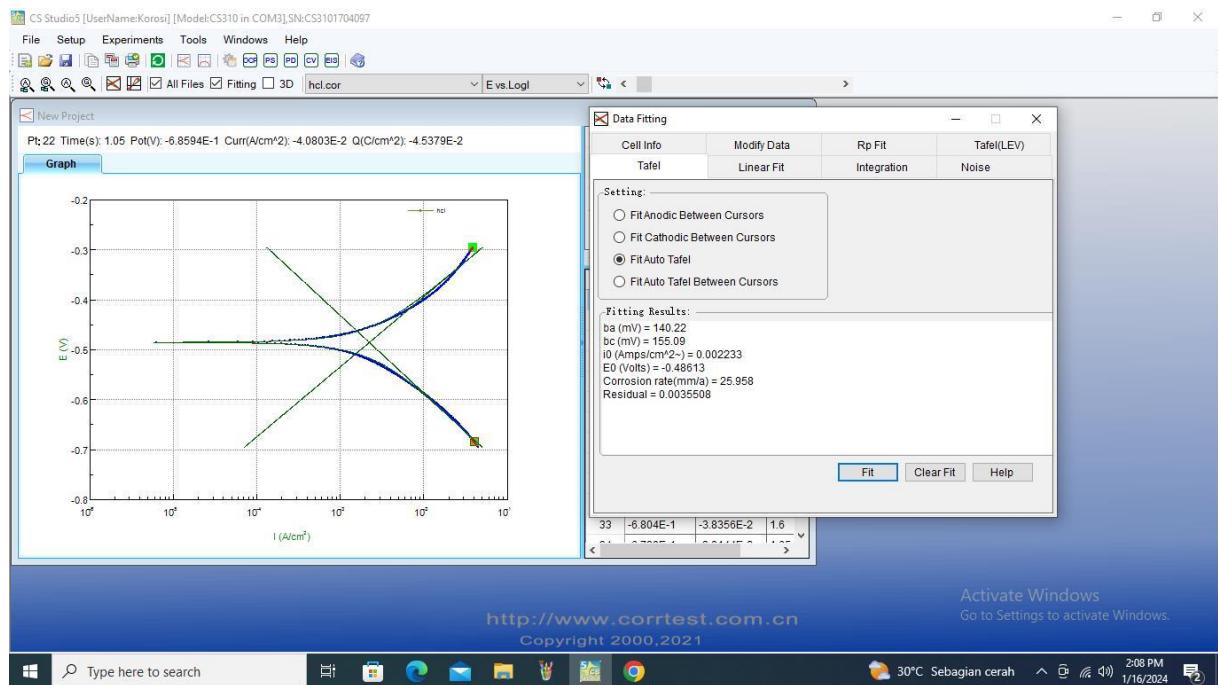
[GCMS-QP2010]
 IonSourceTemp :250.00 °C
 Interface Temp. :305.00 °C
 Solvent Cut Time :3.00 min
 Detector Gain Mode :Absolute
 Detector Gain :1.50 kV
 Threshold :0

[MS Table]
 -Group 1 - Event 1--
 Start Time :3.20min
 End Time :70.00min
 ACQ Mode :Scan
 Event Time :0.50sec
 Scan Speed :1250
 Start m/z :28.00
 End m/z :600.00
 Sample Inlet Unit :GC

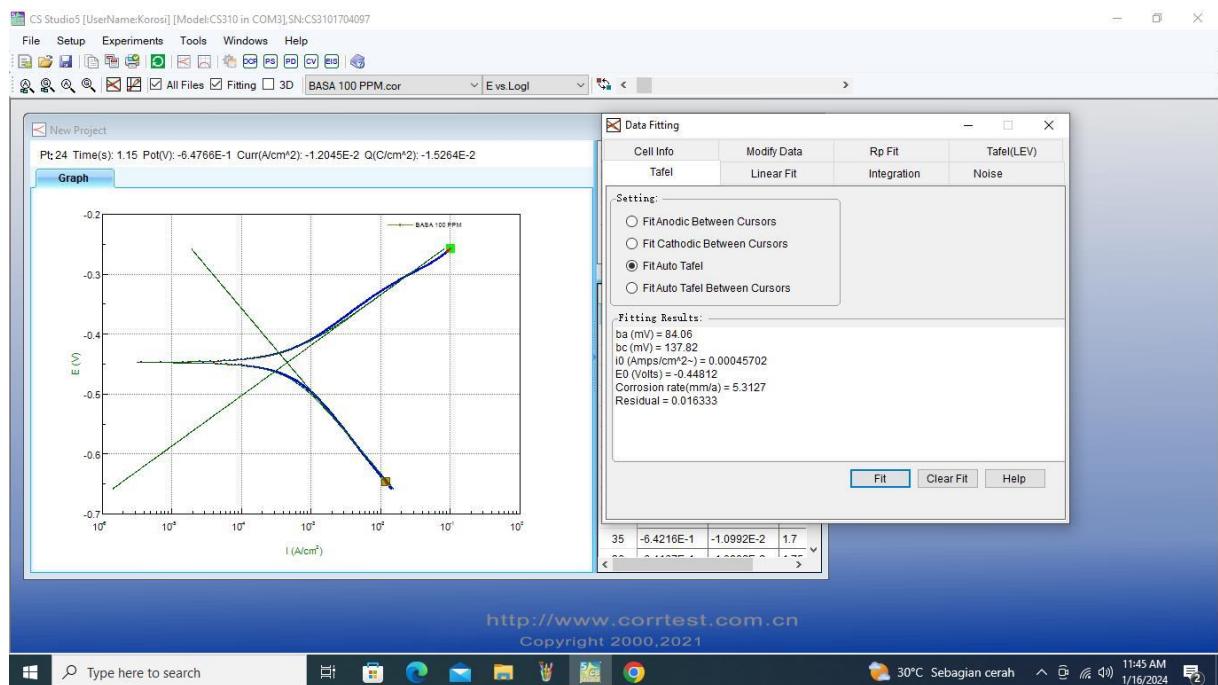
[MS Program]
 Use MS Program :OFF

L.4.3 Hasil Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik

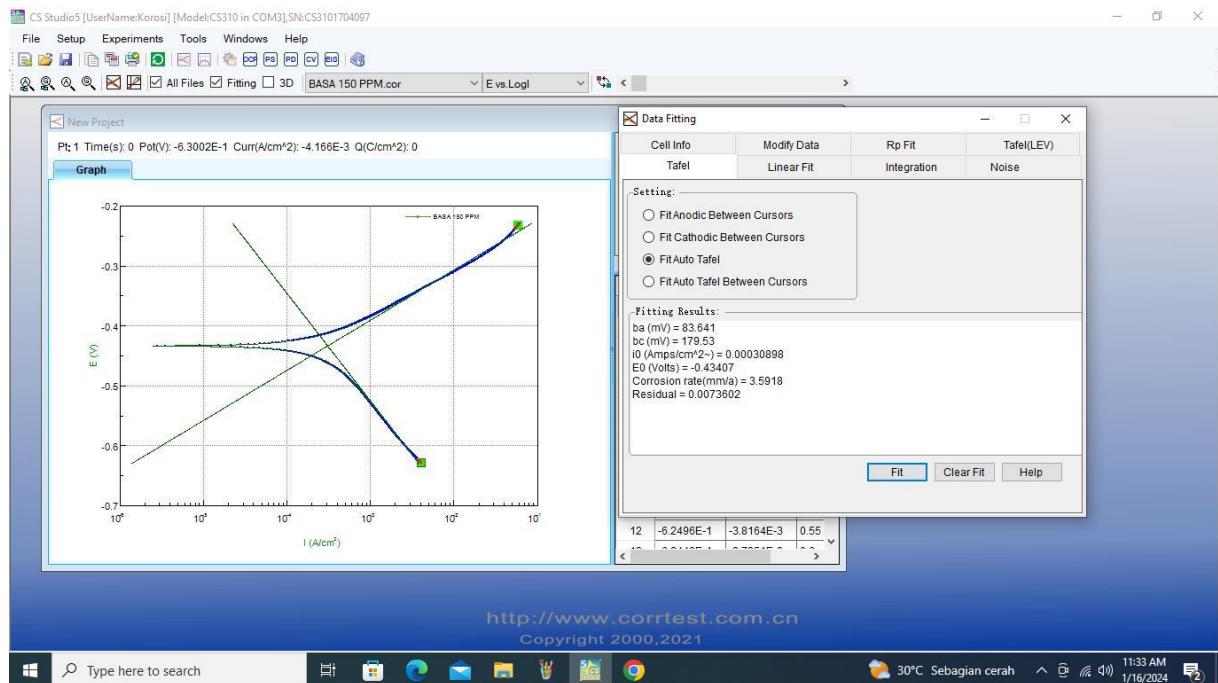
L.4.3.1 Larutan Kontrol (0 ppm)



L.4.3.2 Basa Schiff 100 ppm



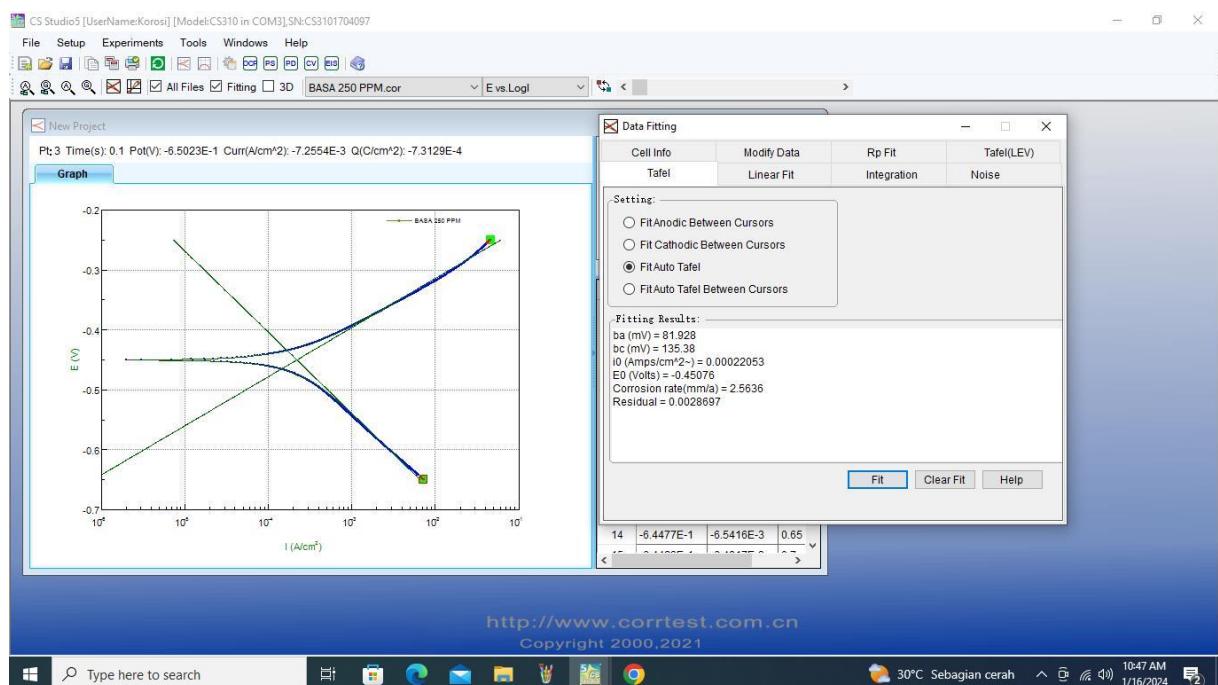
L.4.3.3 Basa Schiff 150 ppm



<http://www.corrttest.com.cn>

Copyright 2000,2021

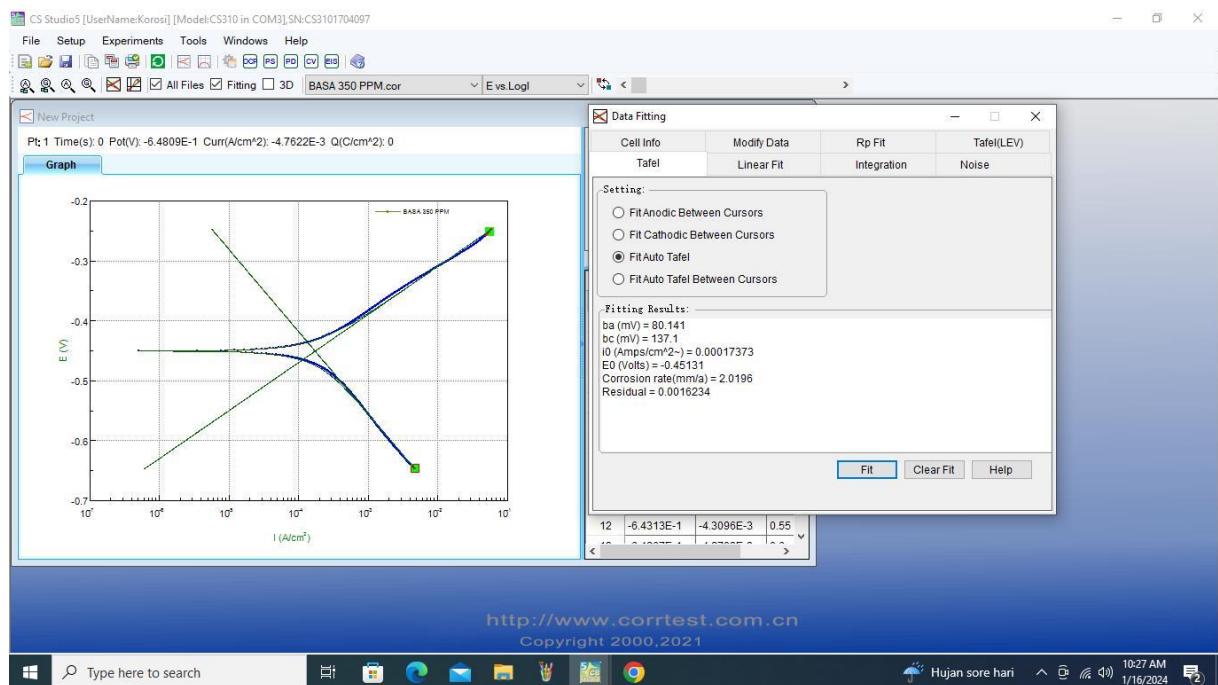
L.4.3.4 Basa Schiff 250 ppm



<http://www.corrttest.com.cn>

Copyright 2000,2021

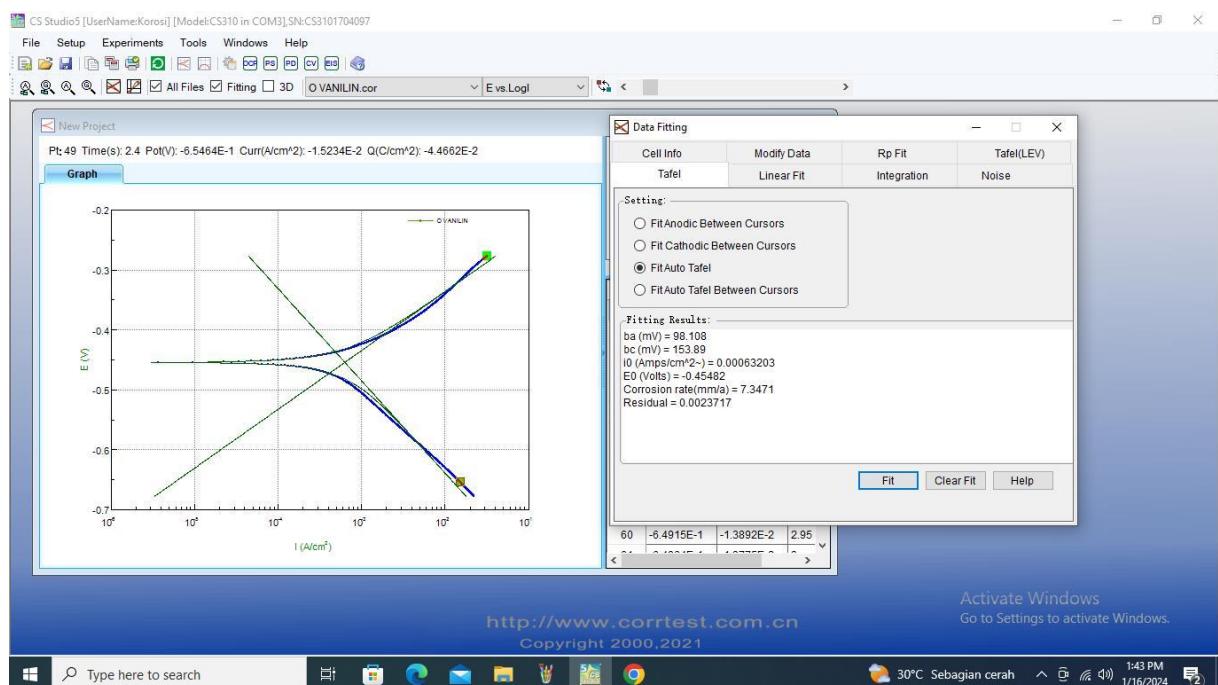
L.4.3.5 Basa Schiff 350 ppm



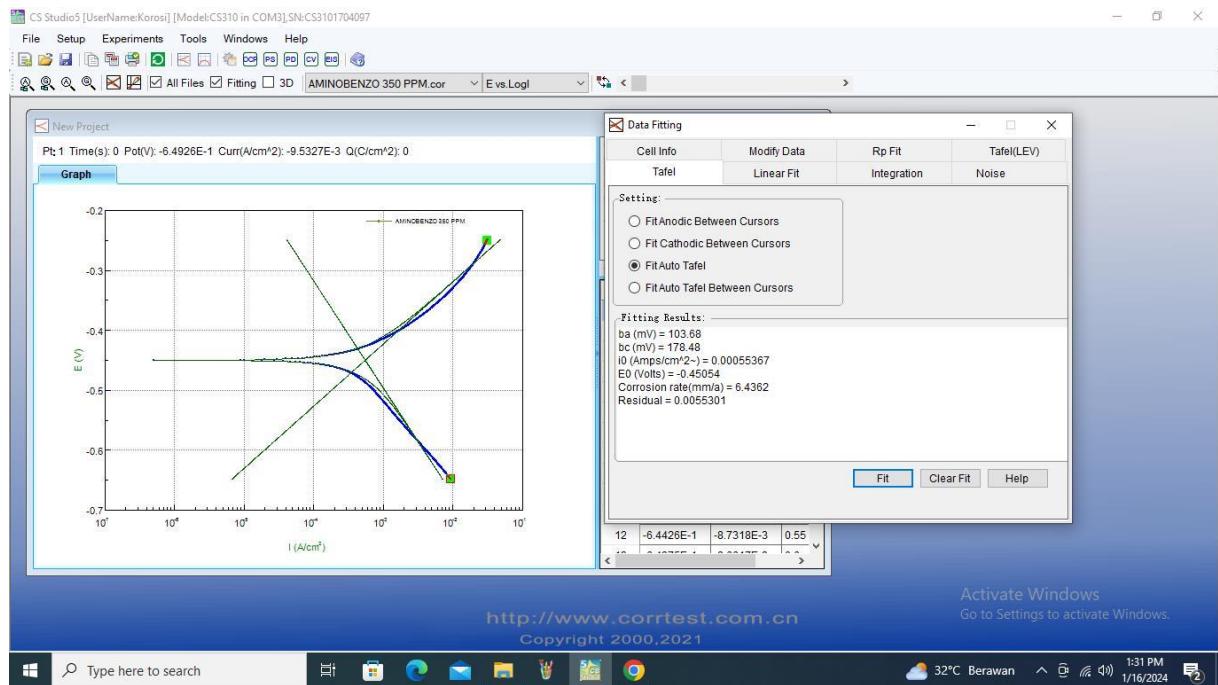
http://www.corrttest.com.cn

Copyright 2000,2021

L.4.3.6 o-Vanillin 350 ppm

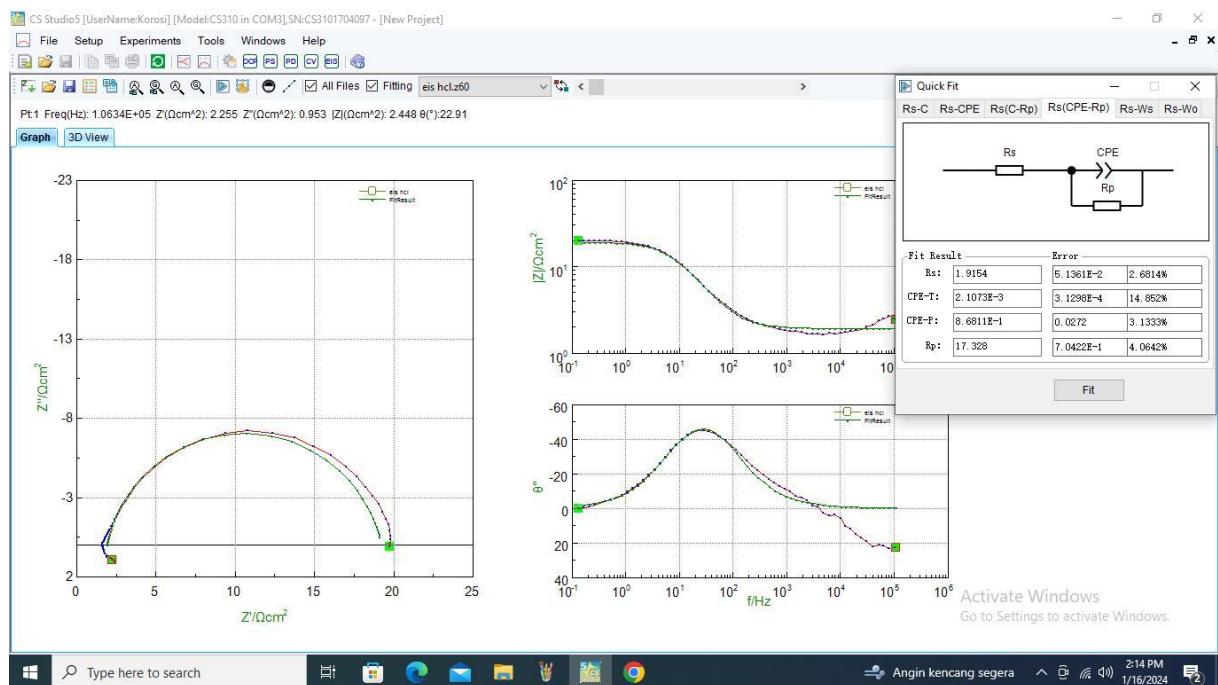


L.4.3.7 2-Aminobenzotiazol 350 ppm

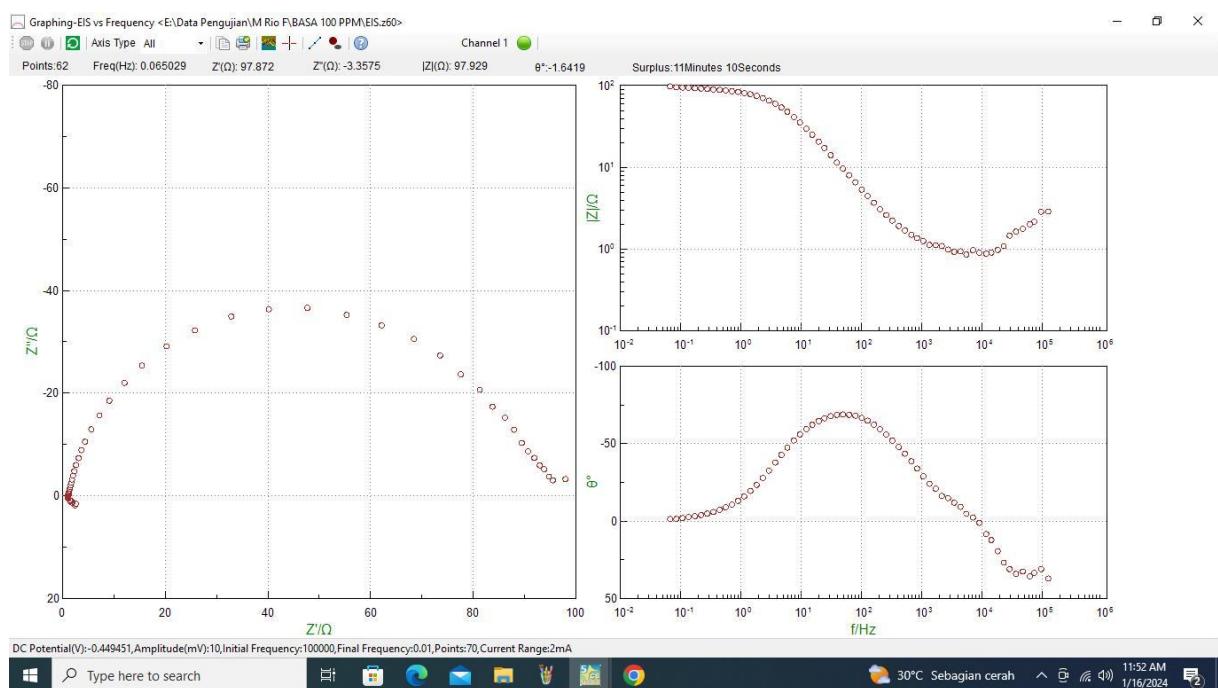
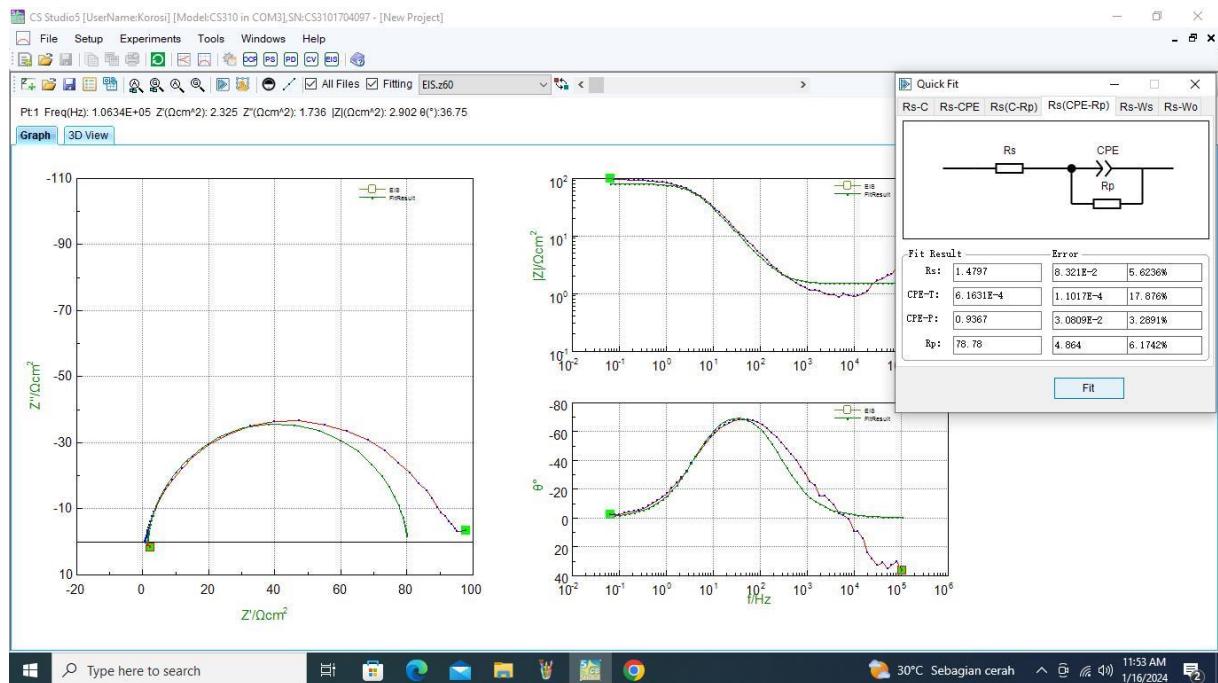


L.4.4 Hasil Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Menggunakan Metode *Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)*

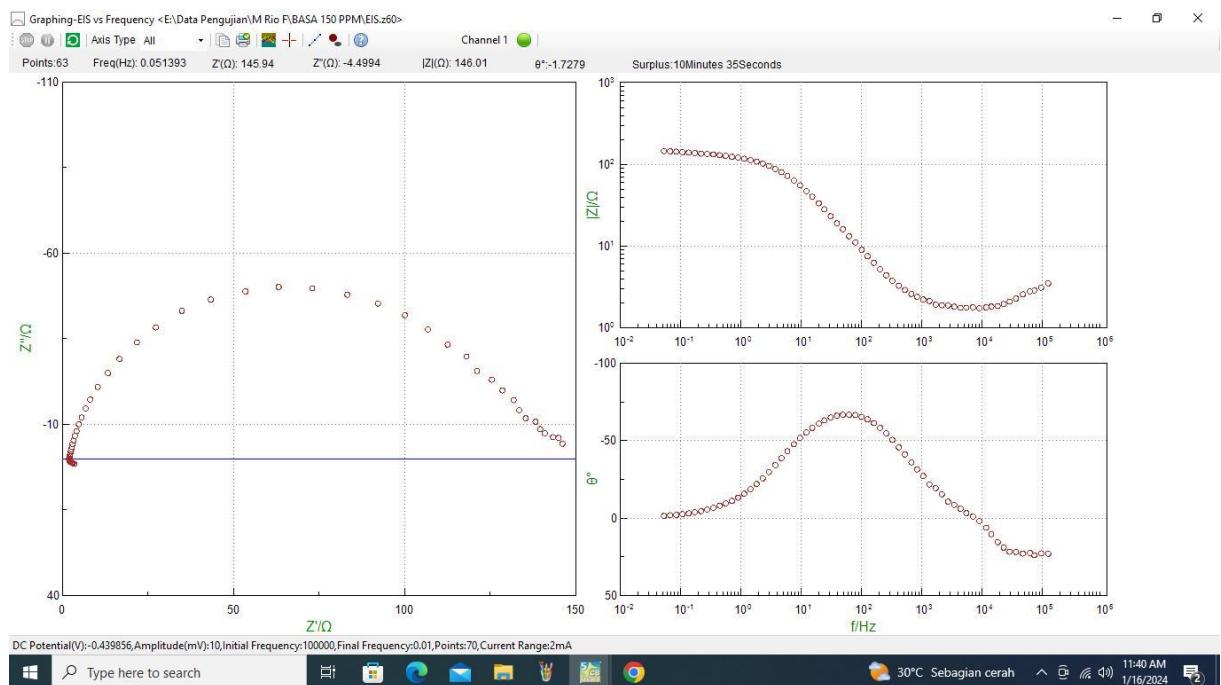
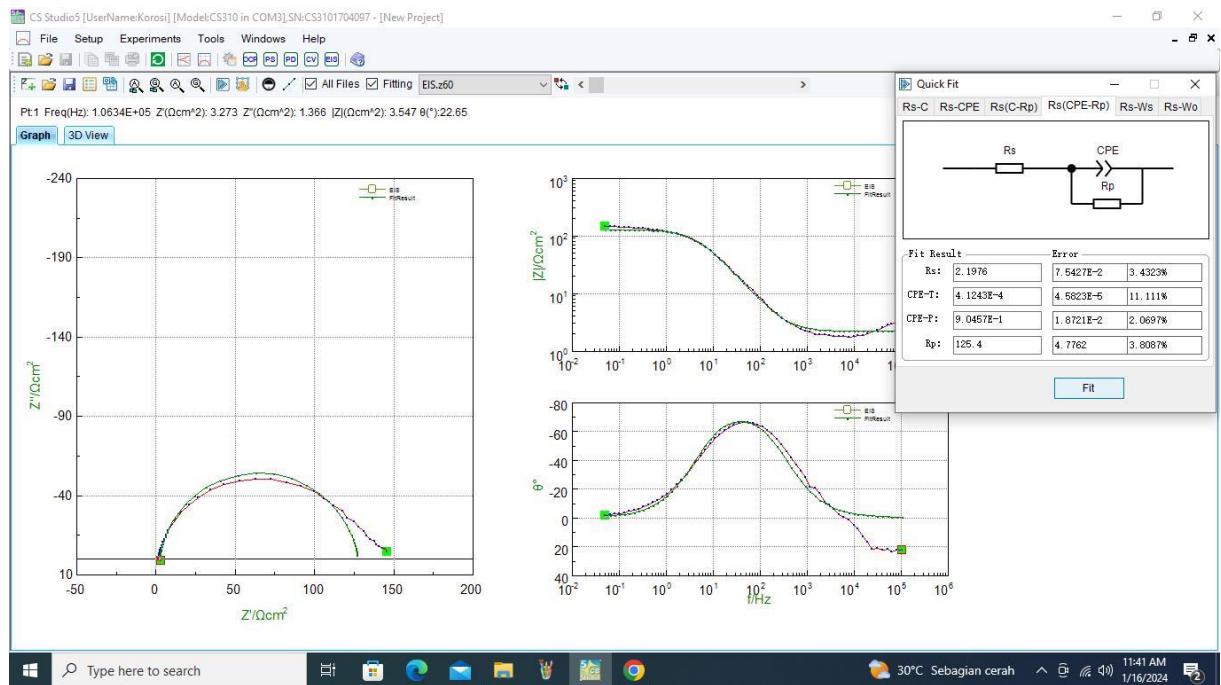
L.4.4.1 Larutan Kontrol (0 ppm)



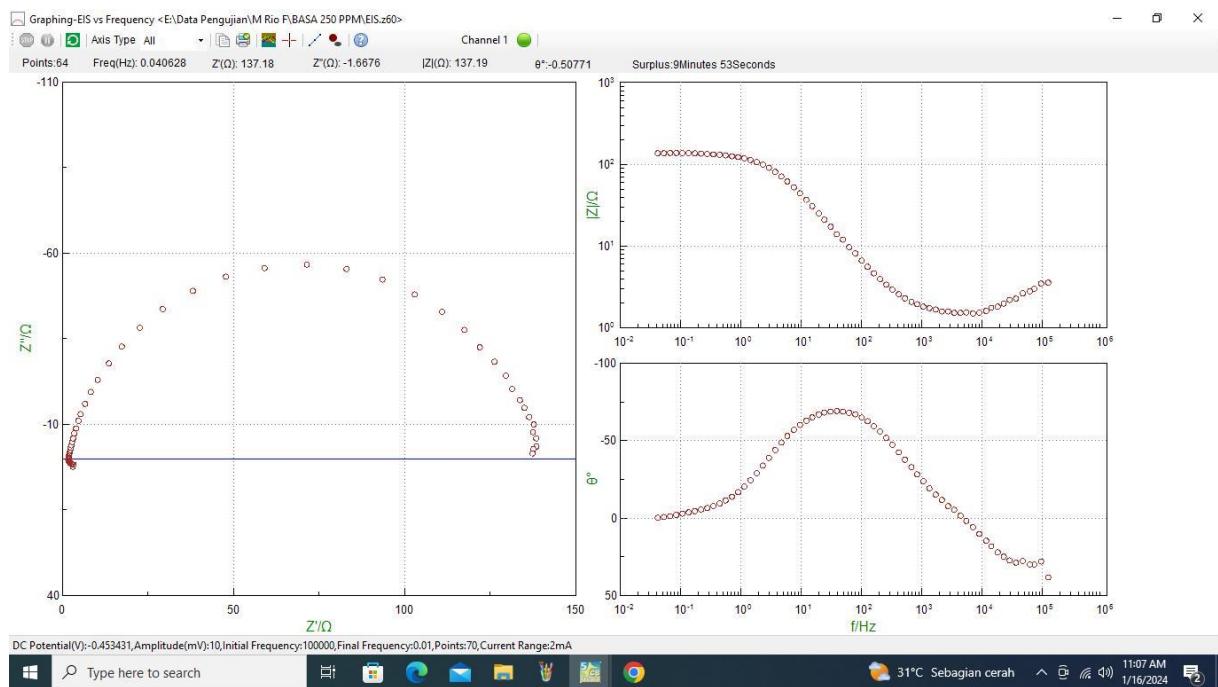
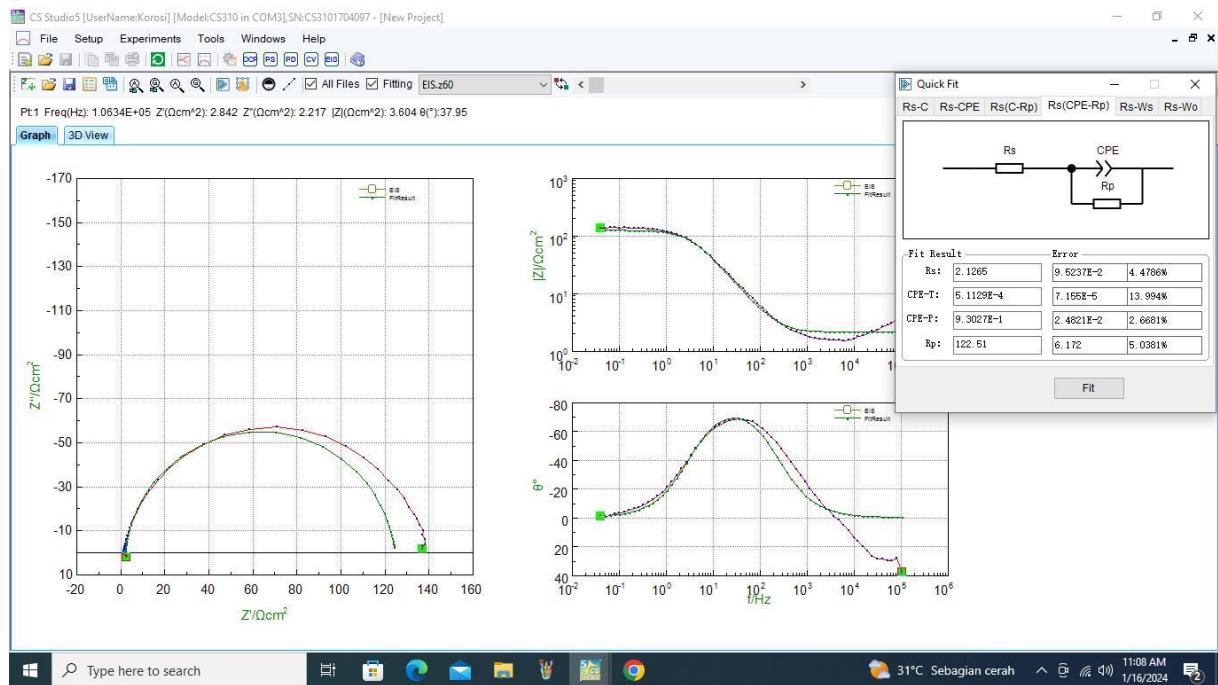
L.4.4.2 Basa Schiff 100 ppm



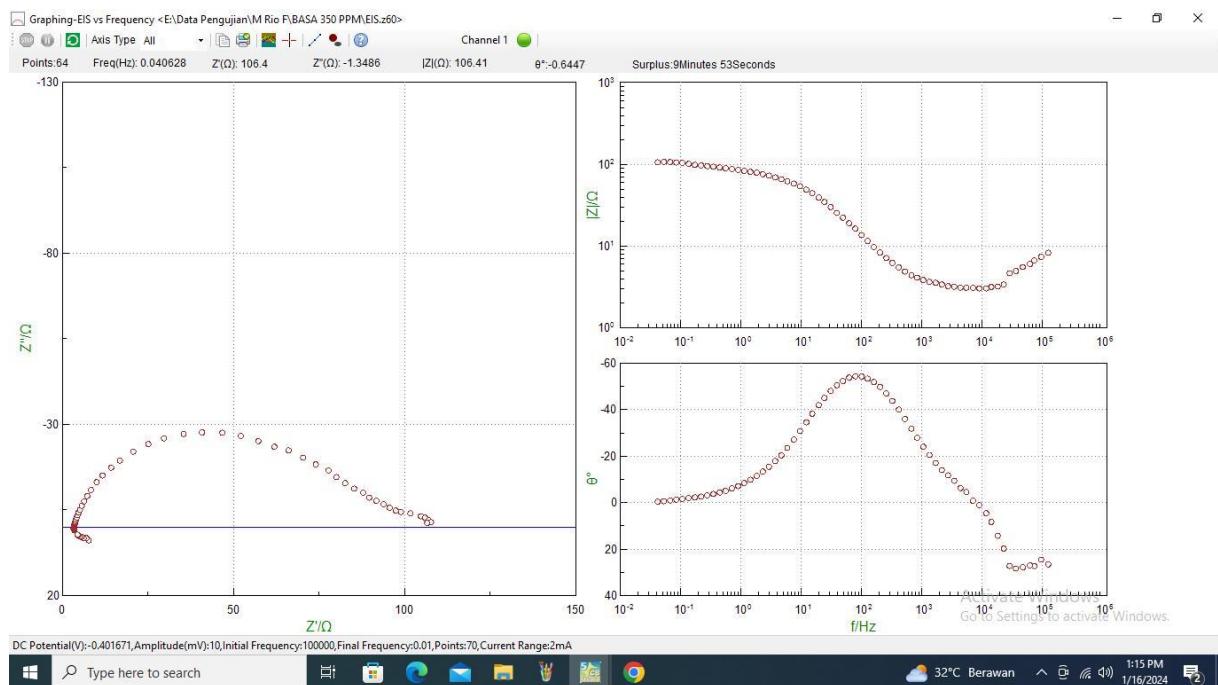
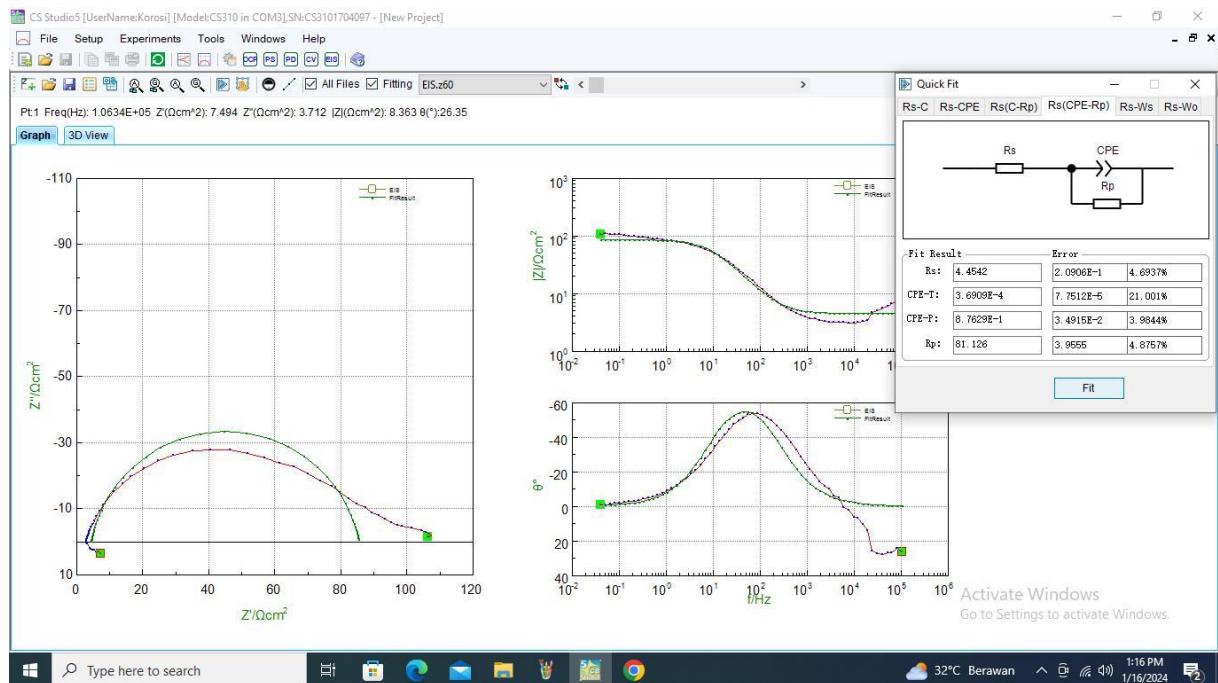
L.4.4.3 Basa Schiff 150 ppm



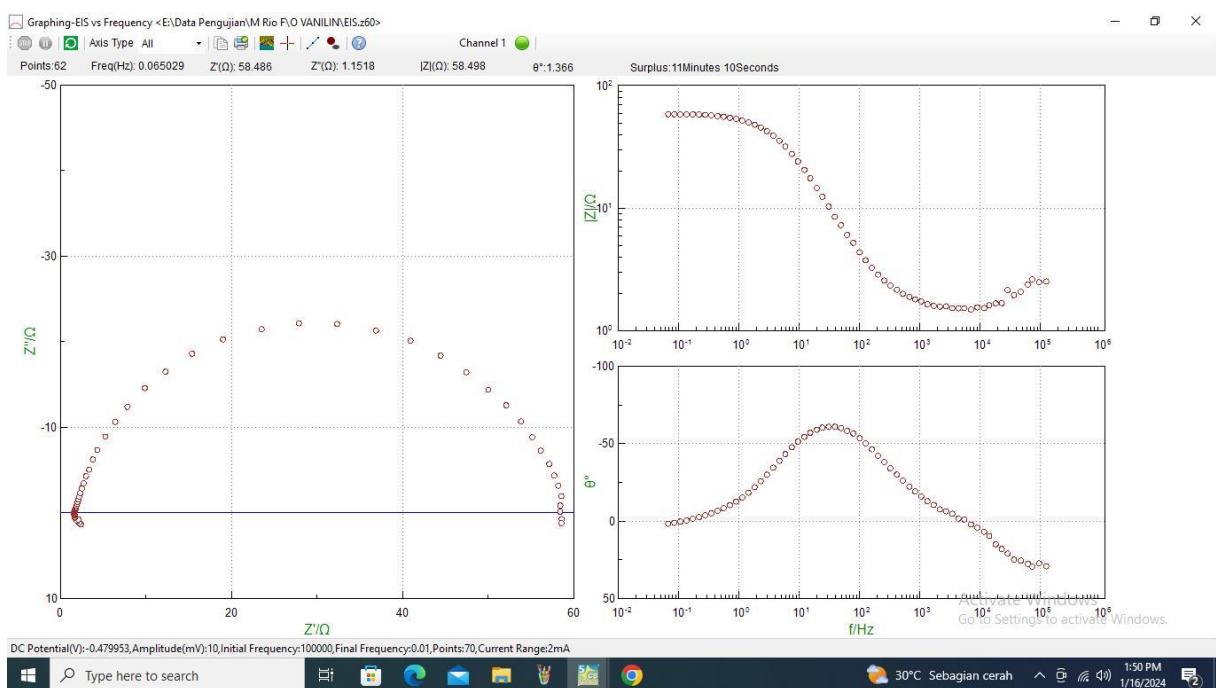
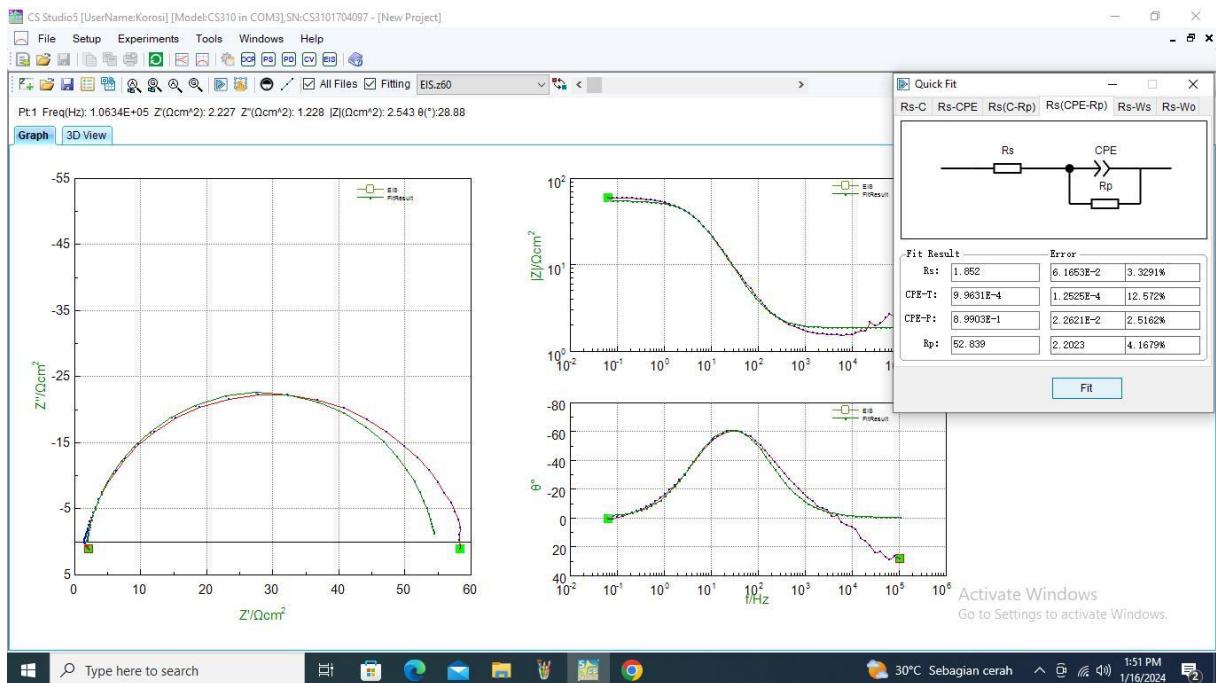
L.4.4.4 Basa Schiff 250 ppm



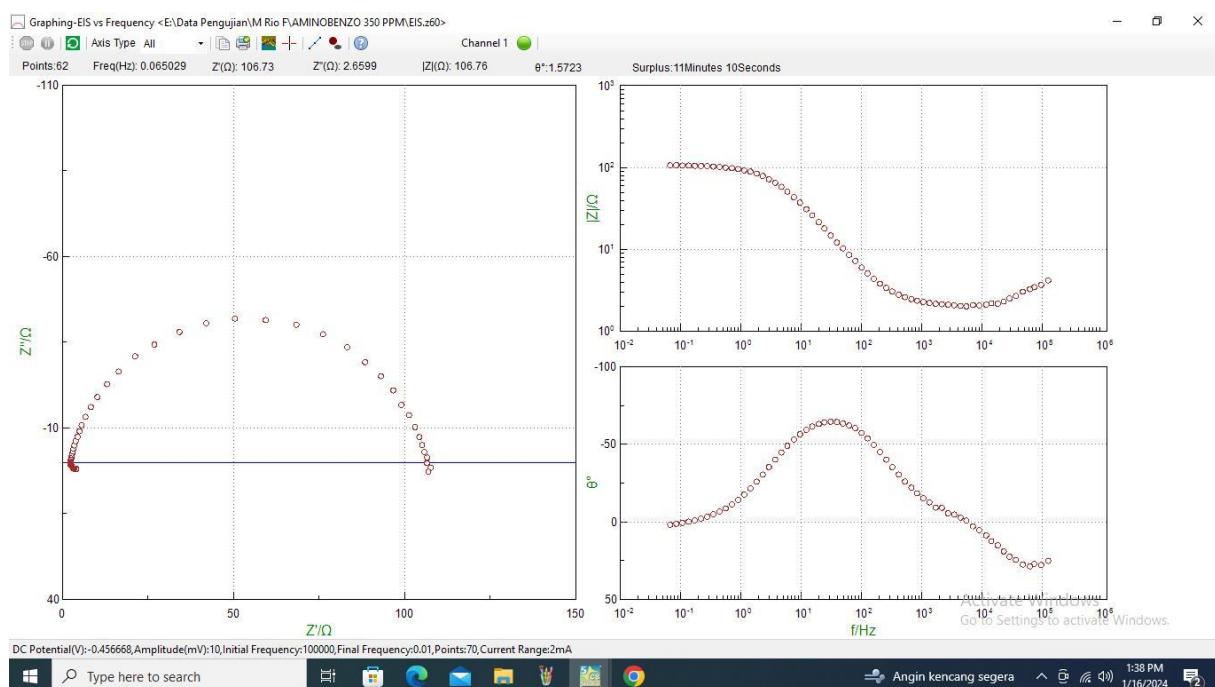
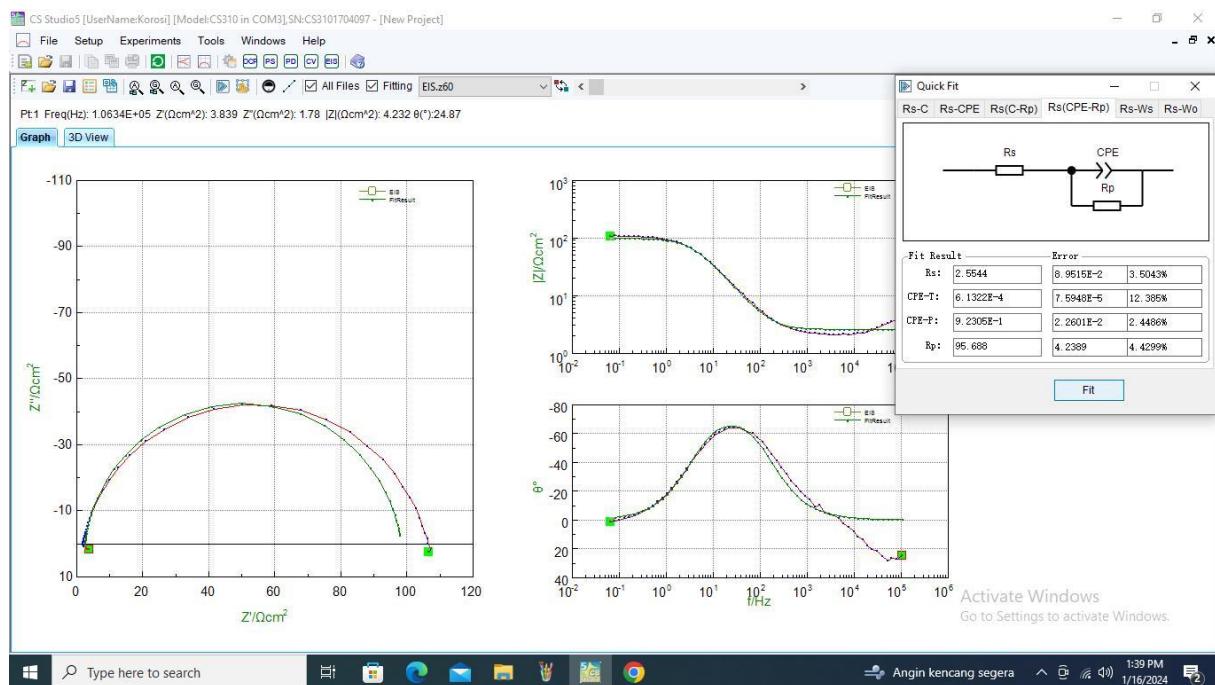
L.4.4.5 Basa Schiff 350 ppm



L.4.4.6 o-Vanilin 350 ppm



L.4.4.7 2-Aminobenzotiazol 350 ppm



L.4.5 Data Nilai Impedansi Nyata (Z_{real}), Impedansi Imaginer (Z_{imag}), Frekuensi (Hz), Impedansi Mutlak ($|Z|$), dan Sudut Fase (derajat)

Rumus impedansi mutlak:

$$|Z| = \sqrt{Z_{real}^2 + Z_{imag}^2}$$

Rumus sudut fase:

$$\tan \theta = \frac{Z_{imag}}{Z_{real}}$$

$$\theta \text{ (rad)} = \tan^{-1} \frac{Z_{imag}}{Z_{real}}$$

$$\theta \text{ (derajat)} = \frac{\text{rad} \times 180}{\pi}$$

L.4.5.1 Kontrol (HCl 1 M)

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
2,25507	0,952967	106338	2,448159882	22,90836787
2,4363	1,05056	81317,6	2,65315548	23,32624962
2,30014	0,920382	62836,4	2,477447688	21,80840963
2,19135	0,853525	53169,2	2,35170571	21,28078137
1,95241	0,793419	40658,8	2,107467323	22,11580671
1,91599	0,671418	31418,2	2,030226542	19,3119285
1,80409	0,55767	24685,7	1,888315799	17,17712643
1,76461	0,476206	19748,6	1,827736471	15,10235105
1,737	0,370784	15709,1	1,776133377	12,04964207
1,69852	0,317179	12342,9	1,727880988	10,57749802
1,70687	0,176369	10164,7	1,715957814	5,899373734
1,64797	0,105593	7854,55	1,651349449	3,666191742
1,69901	0,125666	6171,43	1,703651057	4,230136617
1,63847	0,0863473	4800	1,640743672	3,016694492
1,67595	-0,0256513	3840	1,676146292	-0,876873702
1,67091	-0,0447736	3031,58	1,671509768	-1,534926829
1,66264	-0,121751	2400	1,667091802	-4,188152382
1,72713	-0,18074	1898,9	1,736561253	-5,974121057
1,77794	-0,221288	1502,61	1,791658177	-7,094727921
1,7585	-0,288773	1183,56	1,782052776	-9,325623715
1,8024	-0,34972	939,13	1,836014662	-10,9806683
1,83885	-0,411678	744,828	1,884369417	-12,61917881
1,87495	-0,491072	600	1,938192254	-14,67678396
1,93385	-0,585656	469,565	2,020586245	-16,84865233
1,96668	-0,685548	372,414	2,08274009	-19,21760284
2,04534	-0,810824	291,892	2,200193463	-21,62461462
2,12068	-0,962596	232,258	2,328921364	-24,41373145
2,21373	-1,13923	183,051	2,48966775	-27,23126192
2,31893	-1,35383	144,966	2,685198692	-30,27709524
2,44746	-1,62044	114,286	2,935282992	-33,50816406
2,59439	-1,90777	91,5254	3,220317662	-36,3286936
2,82547	-2,31585	72	3,653278246	-39,33919586
3,07607	-2,70205	56,8421	4,094298578	-41,29638843

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
3,35764	-3,16278	45	4,612691589	-43,28824927
3,67988	-3,60746	35,7616	5,153181975	-44,43062575
4,24542	-4,25151	28,2723	6,008238365	-45,04106557
4,94728	-4,9004	22,314	6,96344021	-44,72724481
5,71925	-5,49694	18	7,932601712	-43,8645202
6,80268	-6,14766	14,0625	9,16897915	-42,10448323
8,00542	-6,65418	11,25	10,40984442	-39,73367606
9,4323	-7,03846	8,82353	11,76895078	-36,73060329
10,8007	-7,18239	7,03125	12,97080748	-33,62362844
12,3842	-7,01994	5,4878	14,23544756	-29,54657943
13,7721	-6,75016	4,36893	15,33738565	-26,11099631
14,9857	-6,21301	3,46154	16,22259837	-22,51869642
16,0856	-5,61014	2,72727	17,03585038	-19,22712902
17,0111	-4,93073	2,16346	17,71128515	-16,16442575
17,6855	-4,29492	1,71756	18,19953978	-13,65002143
18,277	-3,6462	1,35542	18,63715384	-11,28219837
18,73	-3,07679	1,07143	18,98103097	-9,328701365
19,0898	-2,56861	0,852273	19,26183328	-7,663352852
19,3038	-2,05289	0,673653	19,41265185	-6,070385114
19,5475	-1,6047	0,53066	19,61325619	-4,693021116
19,7075	-1,26679	0,422932	19,7481724	-3,677889213
19,769	-0,892143	0,33284	19,78912025	-2,583912716
19,8339	-0,56248	0,264085	19,84187423	-1,624445741
19,8323	-0,304416	0,209497	19,83463618	-0,879392829
19,7756	-0,102903	0,165198	19,77586773	-0,298137826
19,7716	0,0993224	0,130814	19,77184947	0,287822253

L.4.5.2 o-Vanilin 350 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
2,22661	1,22815	106338	2,542861482	28,8801802
2,23317	1,13634	81317,6	2,505656969	26,9690933
2,31745	1,28917	62836,4	2,651892492	29,08666954
2,13826	1,10041	53169,2	2,404798951	27,23165131
1,91505	0,84729	40658,8	2,094114812	23,86639702
1,79789	0,806606	31418,2	1,970538427	24,16292886
2,04104	0,71381	24685,7	2,16226016	19,27619043
1,62328	0,483398	19748,6	1,693727128	16,58305215
1,63245	0,41473	15709,1	1,684308159	14,2546329
1,60696	0,227491	12342,9	1,622982624	8,057595308
1,53313	0,181015	10164,7	1,543779138	6,733676404
1,55999	0,135201	7854,55	1,56583783	4,953325526
1,49926	0,0855787	6171,43	1,501700457	3,266933959
1,54148	-0,0446453	4800	1,542126387	-1,658972146

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
1,54042	-0,0220047	3840	1,540577159	-0,818407118
1,53468	-0,142658	3031,58	1,54129621	-5,310735814
1,58523	-0,179537	2400	1,595364437	-6,461564198
1,57283	-0,205345	1898,9	1,586178041	-7,438330286
1,57874	-0,311846	1502,61	1,609244517	-11,17370284
1,6112	-0,397728	1183,56	1,6595641	-13,86636278
1,67504	-0,510952	939,13	1,751236977	-16,96373375
1,70844	-0,617703	744,828	1,816679452	-19,87794679
1,75758	-0,741019	600	1,907405729	-22,86093228
1,79763	-0,911202	469,565	2,015381528	-26,88002806
1,87125	-1,11394	372,414	2,177714142	-30,76499649
1,93831	-1,34349	291,892	2,358391621	-34,726775
2,01947	-1,61659	232,258	2,586817023	-38,67734597
2,12877	-1,95713	183,051	2,891715676	-42,59454
2,25315	-2,3931	144,966	3,286884928	-46,72528827
2,41268	-2,92059	114,286	3,788254312	-50,44011403
2,6259	-3,5208	91,5254	4,392195744	-53,28351063
2,91516	-4,36521	72	5,249115751	-56,26434035
3,28188	-5,11993	56,8421	6,081481689	-57,34008992
3,71451	-6,29956	45	7,313141646	-59,47444528
4,24499	-7,41031	35,7616	8,540060562	-60,19379708
5,17609	-8,97049	28,2723	10,35671756	-60,01449206
6,3265	-10,7021	22,314	12,43219798	-59,41072759
7,74871	-12,463	18	14,67545146	-58,12924849
9,78726	-14,6614	14,0625	17,62802054	-56,27479348
12,2034	-16,5695	11,25	20,57841835	-53,62843647
15,3141	-18,6736	8,82353	24,15005167	-50,64504054
18,9284	-20,3481	7,03125	27,79081683	-47,07012895
23,4375	-21,5256	5,4878	31,82244273	-42,5651623
27,7882	-22,2223	4,36893	35,58109999	-38,64942194
32,2672	-22,1432	3,46154	39,13430084	-34,45966119
36,8222	-21,3798	2,72727	42,57898849	-30,14041706
40,8316	-20,177	2,16346	45,54482284	-26,29635312
44,3616	-18,4492	1,71756	48,04502612	-22,58155678
47,3639	-16,5131	1,35542	50,15995908	-19,22075999
49,9389	-14,4532	1,07143	51,98835181	-16,14137741
52,0334	-12,6378	0,852273	53,54613622	-13,65158074
53,7667	-10,75	0,673653	54,83083557	-11,3065101
55,0847	-8,91546	0,53066	55,8015197	-9,193599708
56,0707	-7,33076	0,422932	56,54788626	-7,448679462
57,0629	-5,77391	0,33284	57,35427267	-5,777808947
57,6408	-4,426	0,264085	57,81047743	-4,390891151
58,1213	-3,25442	0,209497	58,21234202	-3,204849575
58,4558	-2,03051	0,165198	58,49105508	-1,98941587

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
58,3466	-0,920443	0,130814	58,35385974	-0,903790881
58,3365	-0,22023	0,103401	58,3369157	-0,216300079
58,5114	0,659009	0,0822368	58,51511106	0,645290283
58,4862	1,15184	0,0650289	58,49754119	1,128249745

L.4.5.3 2-Aminobenzotiazol 350 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
3,83949	1,77987	106338	4,231975978	24,87099499
3,29831	1,7213	81317,6	3,720446552	27,55885479
3,11303	1,57671	62836,4	3,489551576	26,8616325
2,91042	1,5697	53169,2	3,306735954	28,33967008
2,76757	1,334	40658,8	3,072295511	25,73459187
2,52327	1,02046	31418,2	2,721806405	22,01937622
2,38322	0,897036	24685,7	2,546450697	20,62616888
2,22202	0,715839	19748,6	2,334480318	17,85670161
2,12905	0,52548	15709,1	2,192939382	13,86432521
2,1735	0,471443	12342,9	2,224041536	12,23816478
2,11453	0,30897	10164,7	2,136983758	8,313091135
2,07202	0,184273	7854,55	2,080197928	5,082171532
2,11135	0,110755	6171,43	2,11425294	3,002810055
2,03987	-0,0399508	4800	2,04026118	-1,121992886
2,05958	-0,0898867	3840	2,061540539	-2,498986399
2,09827	-0,156427	3031,58	2,104092773	-4,263539969
2,1325	-0,16768	2400	2,139082241	-4,495957492
2,12997	-0,392566	1898,9	2,165844008	-10,44275944
2,16032	-0,330752	1502,61	2,185492939	-8,704576202
2,17525	-0,530743	1183,56	2,239062459	-13,71178938
2,20967	-0,638289	939,13	2,300011817	-16,11197963
2,24806	-0,801228	744,828	2,386574967	-19,61650645
2,30113	-0,968345	600	2,496575918	-22,821982
2,35715	-1,19889	469,565	2,644521385	-26,95872885
2,40485	-1,47589	372,414	2,821622727	-31,53802128
2,4961	-1,82105	291,892	3,089779654	-36,112924
2,58378	-2,23769	232,258	3,418066065	-40,89429282
2,70061	-2,74307	183,051	3,849380132	-45,44689061
2,84886	-3,37355	144,966	4,415522948	-49,81992889
3,04749	-4,14844	114,286	5,147499367	-53,69858384
3,30913	-5,07314	91,5254	6,056986942	-56,88421753
3,66101	-6,29796	72	7,28473022	-59,83052331
4,21157	-7,55796	56,8421	8,652172053	-60,87185908
4,79829	-9,20311	45	10,37886413	-62,46349931
5,41383	-10,9713	35,7616	12,23433607	-63,73578816

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
6,54177	-13,4094	28,2723	14,92001217	-63,99458581
8,12828	-16,2628	22,314	18,18096806	-63,4437432
10,0236	-19,163	18	21,62621386	-62,38726111
12,8655	-22,929	14,0625	26,29182632	-60,70314465
16,2564	-26,6041	11,25	31,1776952	-58,57303916
21,0493	-31,0419	8,82353	37,50563406	-55,85907282
26,6691	-34,4747	7,03125	43,58607386	-52,27501281
34,0307	-38,175	5,4878	51,14116901	-48,28493001
41,8128	-40,7223	4,36893	58,36622278	-44,2430201
50,2308	-42,0603	3,46154	65,51489987	-39,94081355
59,2199	-41,6289	2,72727	72,38758092	-35,10547668
68,1753	-40,2708	2,16346	79,18086172	-30,57012865
75,9587	-37,5086	1,71756	84,71492891	-26,28027753
83,0251	-33,7311	1,35542	89,61559204	-22,11072372
88,2612	-29,3754	1,07143	93,02125322	-18,40865376
92,897	-25,2642	0,852273	96,27114007	-15,21415362
96,496	-21,1385	0,673653	98,7841799	-12,35608562
98,8643	-16,9289	0,53066	100,3032276	-9,716731709
101,115	-13,8898	0,422932	102,0645373	-7,821561729
102,845	-10,4209	0,33284	103,3716072	-5,785820385
104,099	-7,51589	0,264085	104,3699689	-4,129557951
104,911	-5,16	0,209497	105,0378195	-2,815797834
105,575	-3,15404	0,165198	105,6221028	-1,711195326
106,355	-1,51142	0,130814	106,3657389	-0,814180416
106,359	0,0993781	0,103401	106,3590464	0,053535141
107,436	1,44775	0,0822368	107,4457541	0,772040512
106,728	2,6599	0,0650289	106,7611402	1,427643193

L.4.5.4 Basa Schiff 100 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
2,32515	1,73628	106338	2,90189434	36,75012883
2,48488	1,47235	81317,6	2,888328779	30,64774152
1,8187	1,18522	62836,4	2,170810019	33,09169497
1,65486	1,17914	53169,2	2,031977549	35,47107205
1,52409	0,92557	40658,8	1,783123707	31,27003912
1,37861	0,902783	31418,2	1,647902508	33,21879126
1,28944	0,710819	24685,7	1,472385535	28,86626907
0,997961	0,451158	19748,6	1,09520304	24,32676439
0,952084	0,250218	15709,1	0,98441505	14,72496459
0,900439	0,151151	12342,9	0,913037249	9,529039166
0,87384	0,143944	10164,7	0,885616294	9,354090745
0,907055	0,0137683	7854,55	0,907159489	0,869632936

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
0,976588	-0,0219911	6171,43	0,97683557	-1,28998545
0,864366	-0,0434733	4800	0,865458555	-2,879265878
0,934519	-0,147182	3840	0,946038214	-8,950274929
0,912016	-0,195228	3031,58	0,932677413	-12,08250323
0,962714	-0,255406	2400	0,996017304	-14,85817418
1,06062	-0,284671	1898,9	1,098158624	-15,02412625
1,03945	-0,430459	1502,61	1,125056111	-22,49551668
1,02477	-0,480226	1183,56	1,131711343	-25,10864919
1,09098	-0,642609	939,13	1,266168902	-30,49893433
1,12584	-0,786609	744,828	1,373415241	-34,94147314
1,16557	-0,957436	600	1,508388915	-39,40076339
1,22833	-1,1792	469,565	1,70273522	-43,83093835
1,29678	-1,43118	372,414	1,931298672	-47,82054404
1,38728	-1,77201	291,892	2,250458895	-51,9431419
1,47981	-2,16594	232,258	2,623191514	-55,658393
1,59313	-2,65663	183,051	3,097700139	-59,04969308
1,74293	-3,27492	144,966	3,709839079	-61,97785233
1,93134	-4,04107	114,286	4,478874964	-64,45556434
2,18655	-4,90171	91,5254	5,367286263	-65,95935227
2,52045	-6,09195	72	6,592762926	-67,52343161
3,02868	-7,45229	56,8421	8,044223318	-67,88271758
3,59193	-9,00368	45	9,693720373	-68,2509557
4,27771	-10,6382	35,7616	11,46604126	-68,09452432
5,4948	-13,039	28,2723	14,14949992	-67,1488251
7,0811	-15,7692	22,314	17,28611136	-65,81771481
9,0099	-18,6348	18	20,69864897	-64,19629738
11,955	-22,112	14,0625	25,13687668	-61,60183219
15,3699	-25,4811	11,25	29,75769284	-58,90211399
20,1513	-29,2296	8,82353	35,50273803	-55,41707061
25,6873	-32,3371	7,03125	41,29800743	-51,53777479
32,7766	-35,0216	5,4878	47,96684244	-46,89654067
40,0766	-36,4349	4,36893	54,16304834	-42,27496273
47,593	-36,6942	3,46154	60,09623917	-37,63222098
55,2395	-35,3296	2,72727	65,57120554	-32,60181524
62,0367	-33,3009	2,16346	70,40953123	-28,22661622
68,3569	-30,6461	1,71756	74,91227685	-24,1478812
73,4542	-27,4478	1,35542	78,41492984	-20,48932331
77,4697	-23,7542	1,07143	81,02972563	-17,04688483
81,1765	-20,7496	0,852273	83,78645507	-14,33841316
83,649	-17,4649	0,673653	85,45278189	-11,79324865
86,096	-15,3089	0,53066	87,44646154	-10,08249743
87,8687	-12,975	0,422932	88,82150114	-8,399795326
89,3617	-10,4023	0,33284	89,96511142	-6,639729247
90,5917	-8,73579	0,264085	91,01192304	-5,50802193

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
91,8042	-7,47183	0,209497	92,10775961	-4,652976559
92,8605	-6,05365	0,165198	93,05761193	-3,729879706
93,7293	-5,29355	0,130814	93,87866291	-3,232460048
94,6562	-3,85376	0,103401	94,73461703	-2,331408879
95,4032	-3,12999	0,0822368	95,45453058	-1,879087022
97,8715	-3,35752	0,0650289	97,92907358	-1,964783558

L.4.5.5 Basa Schiff 150 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
3,27332	1,3662	106338	3,546988337	22,65440829
2,89752	1,19722	81317,6	3,135116884	22,44981835
2,65811	1,16313	62836,4	2,90145139	23,63312043
2,60464	1,0589	53169,2	2,81165765	22,12389114
2,39666	0,993268	40658,8	2,594332376	22,51099612
2,1567	0,826251	31418,2	2,309555283	20,9622818
1,96372	0,780774	24685,7	2,113244964	21,68274147
1,88832	0,580736	19748,6	1,975602876	17,09481408
1,8182	0,428344	15709,1	1,867974792	13,25641103
1,82418	0,23832	12342,9	1,839681792	7,443250852
1,79088	0,163728	10164,7	1,798348696	5,223643009
1,75408	0,0494294	7854,55	1,754776314	1,614149133
1,80376	-0,00431196	6171,43	1,803765154	-0,136967578
1,77654	-0,0673912	4800	1,777817748	-2,172414271
1,76715	-0,183174	3840	1,77661809	-5,917862016
1,81602	-0,281828	3031,58	1,837758325	-8,821359043
1,87049	-0,349748	2400	1,902907382	-10,5909825
1,82416	-0,561724	1898,9	1,908688963	-17,11546775
1,81439	-0,691214	1502,61	1,941594156	-20,85494916
2,00453	-0,782161	1183,56	2,151724042	-21,31556539
1,97232	-1,05343	939,13	2,236014523	-28,10698899
2,03341	-1,29746	744,828	2,41208596	-32,5407676
2,09848	-1,57053	600	2,621103354	-36,81166416
2,19025	-1,94861	469,565	2,931599562	-41,6586805
2,29032	-2,38398	372,414	3,30589267	-46,14789481
2,41299	-2,96159	291,892	3,820148697	-50,82817224
2,57551	-3,61433	232,258	4,438088903	-54,52697489
2,79509	-4,45414	183,051	5,258506561	-57,89064765
3,07915	-5,49041	144,966	6,294900054	-60,71527493
3,43077	-6,75697	114,286	7,578048982	-63,08136687
3,91615	-8,18771	91,5254	9,076057837	-64,4383907
4,57915	-10,1993	72	11,18008655	-65,82148918
5,43197	-12,1301	56,8421	13,29080976	-65,87672722

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
6,5613	-14,8042	45	16,19305392	-66,09682474
7,93895	-17,4087	35,7616	19,13347231	-65,48542628
10,1233	-21,0782	28,2723	23,3831503	-64,34626148
13,1155	-25,13	22,314	28,34666189	-62,43966976
16,4932	-29,2446	18	33,57487566	-60,57812306
21,5412	-34,1036	14,0625	40,33706522	-57,72185265
27,1224	-38,4745	11,25	47,07347164	-54,81827482
34,7017	-43,3317	8,82353	55,51436037	-51,31090438
43,1641	-46,6071	7,03125	63,5244937	-47,19639182
53,309	-48,992	5,4878	72,40211009	-42,583609
62,9926	-50,298	4,36893	80,60990298	-38,60648147
72,8067	-49,8978	3,46154	88,26440964	-34,42464464
83,0754	-48,036	2,72727	95,96342731	-30,03743336
92,0085	-45,4601	2,16346	102,6264331	-26,29332677
99,9155	-42,0588	1,71756	108,4068715	-22,8283524
106,596	-37,889	1,35542	113,129499	-19,56749492
112,411	-33,5084	1,07143	117,298959	-16,59870123
117,891	-29,9694	0,852273	121,6406709	-14,26319386
120,999	-25,7702	0,673653	123,7128175	-12,02313483
125,306	-23,1983	0,53066	127,4352964	-10,48859688
128,384	-20,0862	0,422932	129,9457844	-8,892072785
131,666	-17,2366	0,33284	132,7894421	-7,458266054
133,314	-14,2756	0,264085	134,076155	-6,112086111
135,198	-11,9348	0,209497	135,7237586	-5,044791118
138,071	-10,9096	0,165198	138,5013372	-4,517806421
139,419	-8,74443	0,130814	139,6929584	-3,588919013
140,743	-7,55094	0,103401	140,9454105	-3,071006093
143,177	-6,41863	0,0822368	143,3208015	-2,566853191
144,768	-6,19567	0,0650289	144,9005181	-2,450605445
145,939	-4,49936	0,0513933	146,0083421	-1,765893325

L.4.5.6 Basa Schiff 250 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
2,84232	2,21659	106338	3,604449224	37,94897165
3,11284	1,63656	81317,6	3,516831173	27,73292391
2,63184	1,49384	62836,4	3,026241849	29,57936955
2,46385	1,40268	53169,2	2,835148674	29,65303836
2,34055	1,2741	40658,8	2,664864933	28,56207065
2,01971	1,09911	31418,2	2,299406723	28,5546782
1,97724	0,999817	24685,7	2,215651609	26,82403302
1,84223	0,793993	19748,6	2,006049914	23,31582896
1,72091	0,629634	15709,1	1,832476522	20,09619374

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
1,70369	0,507106	12342,9	1,777559032	16,57571941
1,58166	0,384424	10164,7	1,627707028	13,66090572
1,528	0,247013	7854,55	1,547837014	9,182862592
1,50926	0,134429	6171,43	1,515234933	5,089873563
1,56186	0,040291	4800	1,562379603	1,477720393
1,54109	-0,0322391	3840	1,541427179	-1,19843421
1,53368	-0,143711	3031,58	1,540398388	-5,35317718
1,59156	-0,199324	2400	1,603992921	-7,138449958
1,56813	-0,341799	1898,9	1,604948053	-12,29621088
1,62856	-0,458397	1502,61	1,691843812	-15,7205209
1,65217	-0,605731	1183,56	1,759708997	-20,13432659
1,66723	-0,76577	939,13	1,834682416	-24,66963846
1,72085	-0,954958	744,828	1,968062373	-29,02737916
1,76135	-1,159	600	2,108467411	-33,34563601
1,82121	-1,43889	469,565	2,32103647	-38,31133311
1,90371	-1,7674	372,414	2,597655582	-42,87355826
1,9957	-2,20526	291,892	2,974220933	-47,85576608
2,10708	-2,67622	232,258	3,406162007	-51,78542565
2,23298	-3,28728	183,051	3,973966467	-55,81255883
2,41878	-4,0202	144,966	4,691748579	-58,96650173
2,62828	-4,96815	114,286	5,62053113	-62,12000042
2,90786	-6,02079	91,5254	6,686221803	-64,22085844
3,2777	-7,53331	72	8,215477883	-66,48641819
3,78774	-8,96927	56,8421	9,73626102	-67,10557268
4,49796	-11,2163	45	12,08457818	-68,14823022
5,12347	-13,1363	35,7616	14,10008236	-68,69303143
6,42358	-16,1456	28,2723	17,37650078	-68,30470144
8,08065	-19,6154	22,314	21,21463697	-67,61057338
10,1269	-23,172	18	25,28825197	-66,3931441
13,377	-27,9538	14,0625	30,98966059	-64,4270395
17,1497	-32,8632	11,25	37,06888351	-62,44214194
22,4271	-38,3704	8,82353	44,44392434	-59,69415798
29,1164	-43,8603	7,03125	52,64494909	-56,42204043
37,9227	-49,1399	5,4878	62,07141812	-52,34157927
47,5797	-53,2936	4,36893	71,44253392	-48,2420163
58,8722	-55,8099	3,46154	81,12139589	-43,47042231
71,2328	-56,8512	2,72727	91,13819582	-38,593516
82,8251	-55,5562	2,16346	99,73208385	-33,85233633
93,3109	-52,4839	1,71756	107,0583197	-29,35612971
102,792	-48,1229	1,35542	113,4989373	-25,08702109
110,705	-43,034	1,07143	118,7750907	-21,24243789
117,277	-37,7393	0,852273	123,1996327	-17,83798113
121,783	-32,6538	0,673653	126,0847721	-15,00971964
126,04	-28,4472	0,53066	129,2103896	-12,71854012

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
129,376	-24,368	0,422932	131,6508595	-10,66670843
131,21	-20,5107	0,33284	132,8034371	-8,88455411
133,49	-17,2418	0,264085	134,5988847	-7,35967623
134,814	-14,9845	0,209497	135,6442031	-6,342360785
136,195	-12,2967	0,165198	136,7489922	-5,159101789
137,552	-10,1165	0,130814	137,923516	-4,206344007
137,292	-7,89809	0,103401	137,5189917	-3,292464304
138,264	-6,06663	0,0822368	138,3970292	-2,512363957
138,342	-3,67775	0,0650289	138,3908769	-1,522819774
137,422	-2,9382	0,0513933	137,453407	-1,224846194
137,176	-1,66758	0,0406284	137,1861356	-0,696481818

L.4.5.7 Basa Schiff 350 ppm

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
7,49437	3,71246	106338	8,363488563	26,3522748
6,79225	3,07101	81317,6	7,454244595	24,32936312
6,0012	3,0675	62836,4	6,739729794	27,07374559
5,42242	2,73165	53169,2	6,071618432	26,73757326
4,93399	2,62855	40658,8	5,590485884	28,04615957
4,43076	2,32444	31418,2	5,003464349	27,68214545
4,21886	2,06932	24685,7	4,699028087	26,12761322
3,30734	0,830084	19748,6	3,409917495	14,08920543
3,17829	0,593621	15709,1	3,233251184	10,57944967
3,16823	0,388491	12342,9	3,191959679	6,990758195
3,05031	0,331681	10164,7	3,068289977	6,205778917
3,06645	0,126761	7854,55	3,069068907	2,367146875
3,11398	0,0547137	6171,43	3,114460632	1,006602983
3,11802	-0,262787	4800	3,129074261	-4,817508397
3,11842	-0,318489	3840	3,134641692	-5,831485827
3,16853	-0,54872	3031,58	3,215692149	-9,82492886
3,19074	-0,659842	2400	3,258253092	-11,68401194
3,32363	-0,834137	1898,9	3,426704089	-14,08862967
3,41933	-1,07748	1502,61	3,585077516	-17,49038824
3,42459	-1,34669	1183,56	3,679862854	-21,46679833
3,51825	-1,62773	939,13	3,876543308	-24,82777696
3,64192	-1,97885	744,828	4,144807427	-28,51760025
3,76347	-2,38403	600	4,455031479	-32,35286521
3,9638	-2,93448	469,565	4,931823528	-36,51328257
4,21625	-3,57763	372,414	5,529575072	-40,31572583
4,54489	-4,355	291,892	6,294604842	-43,77771017
4,94925	-5,22742	232,258	7,198680116	-46,56573805
5,46811	-6,36269	183,051	8,389520309	-49,32416291

Z_{real} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Z_{Imag} ($\Omega \text{ cm}^2$)	Frekuensi (Hz)	$ z $ ($\Omega \text{ cm}^2$)	Sudut fase (derajat)
6,16613	-7,65731	144,966	9,831355736	-51,1568763
7,06402	-9,2291	114,286	11,62224872	-52,56929498
8,16206	-11,0096	91,5254	13,70512735	-53,44829851
9,80068	-13,2356	72	16,46919657	-53,48084001
11,5417	-15,2184	56,8421	19,10001407	-52,82316372
14,0614	-17,5147	45	22,46080333	-51,24131198
16,5965	-19,5716	35,7616	25,66108608	-49,70242462
20,4972	-22,1963	28,2723	30,21276124	-47,27903337
24,9191	-24,4109	22,314	34,8834285	-44,40975704
29,4838	-26,0758	18	39,36040915	-41,48990144
35,2247	-27,3464	14,0625	44,59377852	-37,82367691
40,617	-27,8044	11,25	49,22220381	-34,39362229
46,5256	-27,7	8,82353	54,1472202	-30,76834828
51,9105	-26,7466	7,03125	58,39589559	-27,25953885
57,0746	-25,2796	5,4878	62,42249708	-23,88960996
61,7351	-23,5933	4,36893	66,08983565	-20,91535378
65,9158	-22,5492	3,46154	69,66605422	-18,88535426
70,1512	-20,4297	2,72727	73,06547409	-16,23681761
73,8412	-18,4447	2,16346	76,10998473	-14,02485039
77,5523	-16,6792	1,71756	79,32562605	-12,13773257
79,8589	-14,7327	1,35542	81,20650441	-10,45263667
82,4184	-12,9713	1,07143	83,43289089	-8,944047694
85,0463	-11,3918	0,852273	85,80586373	-7,629255276
87,6774	-10,192	0,673653	88,2677933	-6,630550319
89,4572	-8,7424	0,53066	89,88336993	-5,581630749
91,5607	-7,80299	0,422932	91,89259185	-4,871093605
93,6135	-6,81648	0,33284	93,86134338	-4,164650132
95,3923	-5,80295	0,264085	95,56864092	-3,481154373
97,2122	-4,9622	0,209497	97,33876544	-2,922128781
98,7269	-4,56856	0,165198	98,8325479	-2,649456296
101,52	-4,13299	0,130814	101,6040944	-2,331286333
104,564	-3,30991	0,103401	104,6163735	-1,81305775
105,785	-2,86416	0,0822368	105,8237669	-1,550921184
106,847	-2,11822	0,0650289	106,8679946	-1,135728379
107,528	-1,58109	0,0513933	107,5396235	-0,842415521
106,405	-1,34862	0,0406284	106,4135461	-0,726150998

Lampiran 5. Dokumentasi Hasil Penelitian

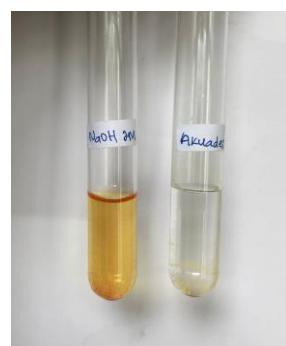
Hasil sintesis senyawa basa Schiff:



Hasil uji titik lebur produk sintesis:



Hasil uji kelarutan produk sintesis dalam basa:



Lampiran 6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian Skripsi

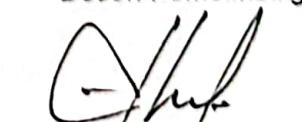
Jadwal Pelaksanaan Penelitian Skripsi

Nama / NIM : Muhammad Rio Firmansyah / 200603110087
 Dosen Pembimbing : Ahmad Hanapi, M.Sc
 Judul skripsi : Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada *Mild Steel* Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodynamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)

No.	Kegiatan	Tanggal kegiatan
1.	Pelaksanaan seminar proposal skripsi	14 November 2023
2.	Disetujui oleh pembimbing skripsi untuk perijinan masuk di laboratorium	21 November 2023
3.	Disetujui oleh ketua laboratorium dan ketua prodi untuk perijinan masuk laboratorium	21 November 2023
4.	Mulai masuk laboratorium untuk mengumpulkan data penelitian skripsi	22 November 2023
5.	Mulai proses penulisan pembahasan hasil data penelitian skripsi	19 Desember 2023
6.	Disetujui perijinan bebas tanggungan di laboratorium	27 Maret 2024
7.	Mengikuti ujian komprehensif tulis bidang kimia dan status Iulus/tidak lulus	29 Agustus 2023
8.	Mengikuti ujian komprehensif tulis bidang agama dan status Iulus/tidak lulus	7 September 2023
9.	Mendaftar seminar hasil	16 Maret 2024
10.	Pelaksanaan seminar hasil	25 Maret 2024
11.	Mendaftar ujian skripsi	18 Mei 2024
12.	Pelaksanaan ujian skripsi	31 Mei 2024
13.	Selesai revisi naskah setelah ujian skripsi	5 Juni 2024

Malang, 5 Juni 2024

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Ahmad Hanapi, M.Sc
NIP. 19851225 202321 1 021

Lampiran 7. Anggaran Penelitian Skripsi

Anggaran Penelitian Skripsi

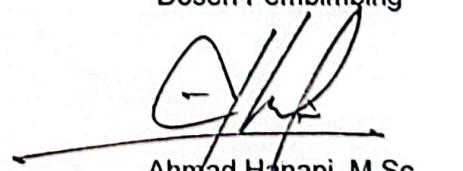
Nama / NIM : Muhammad Rio Firmansyah / 200603110087
 Dosen pembimbing : Ahmad Hanapi, M.Sc
 Judul skripsi : Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada *Mild Steel* Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)

Uraian	Merk	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Sumber dana	Tempat pembelian/ analisa
<i>o</i> -Vanilin	Merck	1	2 g	-	-	Subsidi	-
2- Aminobenzo- tiazol	Merck	1	2 g	-	-	Subsidi	-
<i>Mild Steel</i>	-	7	-	-	-	Subsidi	-
Akuades	Smart- Lab	10 L	5 L	30.000	60.000	Mandiri	Nura gemilang
HCl 37%	Smart- Lab	1	500 mL	35.000	35.000	Mandiri	Nura gemilang
Aseton	Merck	1	100 mL	7.500	7.500	Mandiri	Nura gemilang
Pipa kapiler	-	1	Botol	75.000	75.000	Mandiri	Nura gemilang
DMSO	Merck	1	5 mL	17.500	17.500	Mandiri	Nura gemilang
NaOH	Merck	1	10 g	10.000	10.000	Mandiri	Nura gemilang
Analisa FTIR	Shima dzu	3	Sampel	83.000	249.000	Mandiri	Laboratorium Organik UGM
Analisa GC- MS	Shi- madzu	1	Sampel	305.000	305.000	Mandiri	Laboratorium Organik UGM
Analisa PDP	Auto- lab	7	Sampel	125.000	875.000	Mandiri	Laboratorium Material ITS
Analisa EIS	Auto- lab	7	Sampel	125.000	875.000	Mandiri	Laboratorium Material ITS
Total					Rp2.509.000		

Malang, 5 Juni 2024

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Ahmad Hanapi, M.Sc.
NIP. 19851225 202321 1 021

Lampiran 8. Bukti Konsultasi Skripsi**Bukti Konsultasi Skripsi**

Nama / NIM : Muhammad Rio Firmansyah / 200603110087

Nama Dosen Pembimbing Bidang Kimia : Ahmad Hanapi, M.Sc

Nama Dosen Pembimbing Bidang Agama : Mubasyiroh, S.S., M.Pd.I

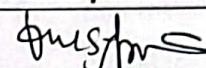
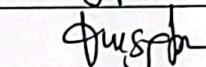
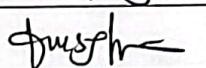
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Inhibitor Korosi Senyawa Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminobenzotiazol pada Mild Steel Menggunakan Metode Polarisasi Potensiodinamik dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS)*

BIDANG KIMIA

No.	Tanggal	Materi konsultasi	Paraf pembimbing
1.	28/08/2023	Konsultasi judul	
2.	15/09/2023	Konsultasi BAB I	
3.	22/09/2023	Revisi BAB I dan konsultasi BAB III	
4.	27/09/2023	Revisi BAB I dan konsultasi BAB III	
5.	6/10/2023	Revisi BAB III dan konsultasi BAB II	
6.	10/10/2023	Revisi dan konsultasi BAB II	
7.	20/10/2023	Revisi dan konsultasi BAB II	
8.	24/10/2023	Revisi BAB II	
9.	30/10/2023	Konsultasi BAB III	
10.	22/11/2023	Konsultasi hasil penelitian	
11.	29/11/2023	Konsultasi hasil penelitian	
12.	5/12/2023	Konsultasi hasil penelitian	
13.	8/12/2023	Konsultasi hasil penelitian	
14.	13/12/2023	Konsultasi BAB IV	
15.	11/01/2024	Konsultasi hasil penelitian	
16.	16/01/2024	Revisi dan konsultasi BAB IV	
17.	22/01/2024	Konsultasi hasil penelitian	

18.	12/02/2024	Revisi dan konsultasi BAB IV	
19.	20/02/2024	Revisi dan konsultasi BAB IV	
20.	1/03/2024	Revisi BAB IV dan konsultasi BAB V	

BIDANG AGAMA

No.	Tanggal	Materi konsultasi	Paraf pembimbing
1.	26/10/2023	Konsultasi ayat Al-Quran BAB I	
2.	31/10/2023	Revisi dan konsultasi ayat Al-Quran BAB II	
3.	19/02/2024	Konsultasi ayat Al-Quran BAB IV	
4.	29/02/2024	Revisi dan konsultasi ayat Al-Quran BAB IV	