

**SINTESIS DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA KOMPLEKS $Zn(II)$ DENGAN LIGAN BASA
SCHIFF 2-METOKSI-6-((TIAZOL-2-ILIMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

Oleh:
FITRIA NURUL FARIDA
NIM. 210603110061



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**SINTESIS DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA KOMPLEKS Zn(II) DENGAN LIGAN BASA
SCHIFF 2-METOKSI-6-((TIAZOL-2-ILIMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

**Oleh:
FITRIA NURUL FARIDA
NIM. 210603110061**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) 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
2025**

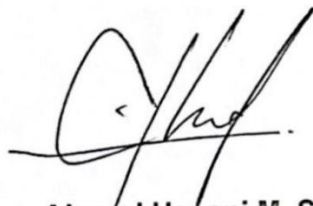
**SINTESIS DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA KOMPLEKS Zn(II) DENGAN LIGAN BASA
SCHIFF 2-METOKSI-6-((TIAZOL-2-ILIMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

Oleh:
FITRIA NURUL FARIDA
NIM. 210603110061

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 20 Juni 2025

Pembimbing I



Ahmad Hanapi M. Sc
NIP. 19551225 202321 1 021

Pembimbing II



Dr. M. Imamudin Lc. MA
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kimia



Rachmawati Wingsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

**SINTESIS DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA KOMPLEKS Zn(II) DENGAN LIGAN BASA
SCHIFF 2-METOKSI-6-((TIAZOL-2-ILIMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

Oleh:
FITRIA NURUL FARIDA
NIM. 210603110061

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Proposal Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 20 Juni 2025**

Ketua Penguji : **Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P**
NIP. 19820616 200604 1 002

(.....)

Anggota Penguji I : **Nur Aini, M.Si**
NIP. 19840608 201903 2 009

(.....)

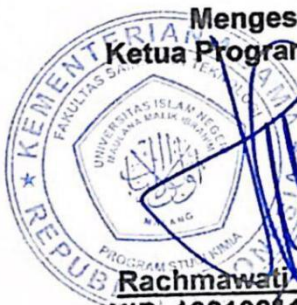
Anggota Penguji II : **Ahmad Hanapi, M.Sc**
NIP. 19851225 202321 1 021

(.....)

Anggota Penguji III : **Dr. M. Imamudin, Lc. MA**
NIP. 19740602 200901 1 010

(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi Kimia**



Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Keberhasilan ini, tidaklah lepas dari dukungan, doa, dan bantuan orang-orang yang luar biasa. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Imam Suhadak dan Ibu Siti Mahmudah, terima kasih atas doa, kasih sayang, dan dukungan baik secara moril maupun materil yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih telah memberikan segalanya kepada penulis, selalu siap menjadi tempat keluh kesah dalam setiap langkah dan proses yang penulis pilih sehingga penulis dapat menyelesaikan studi sarjana kimia ini dengan baik. Kepada kedua orang tua penulis, gelar sarjana sains ini penulis persembahkan.
2. Bapak Achmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing utama skripsi penulis yang telah memberikan penulis arahan dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih selalu sabar dalam membimbing penulis, selalu memberikan nasihat serta memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Dr. Imamudin Lc, MA selaku dosen pembimbing agama skripsi penulis yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah memberikan nasihat, pengalaman, dan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
4. Teman-teman baik penulis, Anggun Nur Farida, Muzayada Mufila, Titan Aprilia, Maulidah Khasanah, teman-teman ABA 33 terkhusus kepada Qurrota A'yuni Aulia Syahida dan Aisynie Aulia yang selalu bersedia mendengarkan keluh kesah penulis, menjadi sandaran ternyaman bagi penulis, dan senantiasa bersedia menemani penulis baik dalam keadaan susah maupun senang.
5. Teman-teman "Squad Basa Schiff" (Widya, Anggun, Purwita, Indah dan Fira) yang telah memberikan waktu, bantuan dan dukungan kepada penulis dalam proses menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi. Terima kasih telah menjadi teman diskusi yang baik dan selalu mengingatkan serta memberikan nasihat apabila penulis melakukan kesalahan. Tidak lupa, penulis ucapkan terima kasih kepada teman-teman kelas Kimia C atas dukungan, bantuan dan kerja samanya selama proses studi penulis.
6. Terakhir, penulis ucapkan banyak terima kasih kepada diri sendiri, Fitria Nurul Farida, terimakasih telah bertahan, terimakasih telah berjuang sampai sejauh ini. Terima kasih telah menjadi perempuan yang kuat dan ikhlas atas segala perjalanan hidup yang tidak selalu menyenangkan. Skripsi ini adalah bukti bahwa kamu mampu melewati rintangan yang pernah terasa berat dan dengan skripsi ini kamu telah berhasil membuktikan bahwa kamu bisa menyandang gelar S.Si tepat waktu. Bagaimanapun kehidupan kamu nanti, kamu layak untuk selalu dirayakan, berbahagialah atas segala proses yang kamu lalui baik sekarang maupun nanti untuk masa depan yang lebih baik.

MOTTO

"Hatiku tenang mengetahui apa yang melewatkan ku tidak akan pernah menjadi takdir ku, dan apa yang ditakdirkan untuk ku tidak akan pernah melewatkan ku"
(Umar bin Khattab)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fitria Nurul Farida
NIM : 210603110061
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa proposal skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan 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.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada kehadiran Allah Swt. Yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol”. Shlawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw. yang telah menerangi dunia dengan cahaya iman dan Islam.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan proposal skripsi ini. Ucapan terima kasih ini, penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Bapak Dr. M. Imamudin LC. MA selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan pengarahan dalam Menyusun skripsi ini.
6. Ibu Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P dan Ibu Nur Aini, M.Si selaku dosen penguji skripsi yang telah banyak memberikan saran dan masukan demi perbaikan naskah skripsi.
7. Ibu Nur Aini, M.Si selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan, nasihat dan motivasi kepada penulis untuk selalu berusaha dan berdoa dalam menyelesaikan Pendidikan ini.
8. Seluruh Dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman dan wawasan sebagai pedoman bagi penulis.

Demikian proposal skripsi ini penulis susun, semoga dapat memberikan manfaat kepada seluruh pihak. Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap kami harapkan demi menyempurnakan proposal skripsi ini. Akhir kata, kami ucapkan terima kasih.

Malang, 19 September 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
MOTTO.....	ix
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK	xxiii
ABSTRACT	xxv
ABSTRAK ARAB	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 o-Vanilin.....	7
2.2 2-Aminotiazol.....	7
2.3 Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol	8
2.4 Logam Zn(II).....	9
2.5 Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff.....	11
2.6 Sintesis Kompleks Basa Schiff dengan Metode Penggerusan	12
2.7 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis	13
2.7.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-Vis.....	13
2.7.2 Karakterisasi Senyawa Menggunakan FTIR	14
2.7.3 Metode Job	16
2.8 Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff dengan Metode DPPH	17
BAB III METODOLOGI.....	21
3.1 Waktu Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Tahapan Penelitian	22
3.5 Pelaksanaan Penelitian	22
3.5.1 Sintesis Ligan Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminotiazol dengan Metode Penggerusan (Imanudin, 2023)	22
3.5.2 Uji Titik Leleh Ligan Basa Schiff dengan <i>Melting Point Apparatus</i> (Imanudin, 2023).....	22
3.5.3 Uji Kelarutan Ligan Basa Schiff (Imanudin, 2023)	23
3.5.5 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan FTIR (Imanudin, 2023).....	23
3.5.6 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan GC-MS (Imanudin, 2023).....	23
3.5.7 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol- 2-ilimino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan (Mumtazah, 2024).....	24

3.5.8 Karakterisasi Senyawa Kompleks Hasil Sintesis	24
3.5.9 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff (Nadhiroh, 2020)	25
3.6 Analisis Data	26
BAB IV	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Sintesis Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol	29
4.2 Uji Sifat Kimia Produk Sintesis Ligan Basa Schiff	30
4.3 Karakterisasi Produk Sintesis Ligan Basa Schiff Menggunakan FTIR	31
4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS	32
4.5 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6- ((tiazol- 2-ilimino)metil)fenol	37
4.6 Karakterisasi Senyawa Kompleks Hasil Sintesis	38
4.6.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-Vis	38
4.6.2 Karakterisasi senyawa menggunakan FTIR	39
4.6.3 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam Menggunakan Metode Job	41
4.7 Uji Aktivitas Antioksidan Kompleks Basa Schiff-Zn(II) dengan metode DPPH	42
4.8 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) Berdasarkan Perspektif Islam	45
BAB V	49
PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi volume logam dan pelarut.....	25
Tabel 3. 2 Variasi volume ligan dan pelarut	25
Tabel 4. 1 Hasil pengamatan sifat fisik ligan basa Schiff	30
Tabel 4. 2 Data interpretasi spektra IR ligan basa Schiff	32
Tabel 4. 3 Perbandingan hasil sifat fisik reaktan dan senyawa kompleks	37
Tabel 4. 4 Hasil interpretasi spektra UV-Vis produk sintesis	38
Tabel 4. 5 Hasil interpretasi spektra IR ligan dan kompleks.....	41
Tabel 4. 6 Aktivitas antioksidan ligan basa Schiff	43
Tabel 4. 7 Aktivitas antioksidan kompleks basa Schiff-Zn(II)	44
Tabel 4. 8 Aktivitas antioksidan asam askorbat	44
Tabel 4. 9 Nilai IC sampel dan pembanding	44
Tabel L. 1 Data hasil aktivitas antioksidan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil) fenol.....	80
Tabel L. 2 Data hasil aktivitas antioksidan Kompleks basa Schiff-Zn(II)	83
Tabel L. 3 Data hasil aktivitas antioksidan asam askorbat.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff (Imanudin, 2023).....	9
Gambar 2. 2 Struktur ligan basa Schiff (Côte-Real <i>et al.</i> , 2023).....	10
Gambar 2. 3 Struktur molekul kompleks Zn(II)-Basa Schiff ditentukan dengan SC-XRD.....	10
Gambar 2. 4 Hibridisasi Logam Zn dengan Ligan Basa-Schiff	11
Gambar 2. 5 Pembentukan senyawa kompleks [ZnLCI ₂] . nH ₂ O (Hammoda & Shaalan, 2023).....	12
Gambar 2. 6 Spektra FTIR (a) 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida, (b) o-fenilendiamin, dan (c) Ligan basa Schiff (Sani <i>et al.</i> , 2022).....	15
Gambar 2. 7 Spektra FTIR (a) (H ₂ L1), (b) [Co(L1)], (c) [Cu(L1)], (d) [Ni(L1)], (e) [Zn(L1)] (Sani <i>et al.</i> , 2022).....	15
Gambar 2. 8 Plot Job senyawa kompleks basa Schiff (Alorabi <i>et al.</i> , 2019).....	16
Gambar 2. 9 Dugaan struktur senyawa kompleks (Alorabi <i>et al.</i> , 2019).....	17
Gambar 4. 1 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol.....	29
Gambar 4. 2 Mekanisme reaksi ligan basa Schiff dengan NaOH.....	31
Gambar 4. 3 Spektra FTIR produk sintesis ligan basa Schiff	31
Gambar 4. 4 Hasil spektra GC ligan basa Schiff	33
Gambar 4. 5 Hasil spektra MS ligan basa Schiff puncak pertama	33
Gambar 4. 6 Hasil spektra MS ligan basa Schiff puncak kedua	33
Gambar 4. 7 Pola fragmentasi ke-1 puncak kedua	34
Gambar 4. 8 Pola fragmentasi ke-2 puncak kedua	35
Gambar 4. 9 Pola fragmentasi ke-3 puncak kedua	36
Gambar 4. 10 Hasil karakterisasi produk sintesis dengan UV-Vis	38
Gambar 4. 11 Spektra IR ligan basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II).....	40
Gambar 4. 12 Hasil plot metode Job.....	41
Gambar 4. 13 Struktur senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II).....	42
Gambar 4. 14 Spektra UV-Vis panjang gelombang maksimum DPPH	43
Gambar 4. 15 Ikatan hidrogen intramolekul ligan	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian	55
Lampiran 2 Diagram Alir	56
Lampiran 3 Perhitungan.....	61
Lampiran 4 Dokumentasi	69
Lampiran 5 Jadwal Pelaksanaan Penelitian Skripsi	89
Lampiran 6 Rancangan Anggaran Penelitian Skripsi.....	91
Lampiran 7 Bukti Konsultasi.....	93
Lampiran 8 Risk Assesment.....	95

ABSTRAK

Farida, F. N. 2024. **Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff dari 2-Metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol**. Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Ahmad Hanapi, M. Sc.; Pembimbing II: Dr. M. Imamudin, LC.MA

Kata Kunci: 2-aminotiazol, 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol, antioksidan, kompleks Zn(II), o-vanilin

Senyawa basa Schiff merupakan senyawa yang terbentuk akibat adanya reaksi kondensasi antara amina primer dan aldehida atau keton dengan gugus fungsi khas berupa gugus imina ($-C=N-$). Senyawa basa Schiff yang berperan sebagai ligan dapat disintesis dari o-vanilin dan 2-aminotiazol kemudian akan berikatan dengan logam Zn(II) membentuk senyawa kompleks. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, sifat kimia, karakterisasi, dan hasil uji antioksidan dari ligan basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II).

Sintesis ligan basa Schiff dilakukan dengan metode penggerusan selama 30 menit. Produk basa Schiff yang terbentuk dilakukan uji sifat fisika, kimia serta dikarakterisasi dengan UV-Vis, GC-MS dan FTIR. Ligan basa Schiff kemudian dikomplekskan dengan logam Zn(II) menggunakan metode penggerusan. Hasil sintesis kompleks senyawa basa Schiff kemudian diuji sifat fisiknya berupa analisis bentuk, warna, serta titik leleh dengan MPA kemudian dikarakterisasi dengan UV-Vis, FTIR, metode Job. Produk sintesis ligan basa Schiff dan kompleksnya diuji aktivitas antioksidannya dengan metode DPPH.

Hasil penelitian menunjukkan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol berbentuk padatan kuning dengan titik leleh sebesar $108-111^{\circ}\text{C}$, dapat larut sempurna dalam NaOH dan tidak larut dalam aquades. Ligan dikarakterisasi menggunakan GC-MS dan didapatkan hasil berupa waktu retensi 39,016 menit dengan %Area 97,63% dan nilai m/z sebesar 234. Hasil penelitian menunjukkan senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berbentuk padatan oranye dengan titik leleh $>174^{\circ}\text{C}$. Kompleks dikarakterisasi menggunakan UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran batokromik dari 340 nm pada ligan menjadi 341 nm, sedangkan dengan FTIR menunjukkan pergeseran bilangan gelombang gugus azometin ($C=N$) non-aromatik dari $1597,06\text{ cm}^{-1}$ pada ligan menjadi $1604,77\text{ cm}^{-1}$, munculnya serapan Zn-O sebesar $524,64\text{ cm}^{-1}$ dan serapan Zn-N sebesar $493,78\text{ cm}^{-1}$, serta serapan $C=N$ aromatik dari $1573,91\text{ cm}^{-1}$ pada ligan menjadi $1581,63\text{ cm}^{-1}$. Perbandingan antara ligan dan logam senyawa kompleks ditentukan menggunakan metode Job dan didapatkan perbandingannya adalah 1:1. Hasil uji aktivitas antioksidan ligan basa Schiff dan kompleksnya adalah lemah dengan nilai IC_{50} berturut-turut sebesar 350 ppm dan 1071 ppm.

ABSTRACT

Farida, F. N. 2024. **Synthesis and Antioxidant Test of Zn(II) Complex Compounds with Schiff Base Ligands 2-Methoxy-6-((thiazol-2-ilimino)methyl)phenol**. Thesis. Chemistry Science and Technology Study Program, State Islamic University, Faculty of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ahmad Hanapi, M.Sc.; Supervisor II: Dr. M. Imamudin, LC.MA

Keywords: 2-aminothiazole, 2-methoxy-6-((thiazol-2-ilimino)methyl)phenol, antioxidant, o-vanillin, Zn(II) complex

Schiff base compounds are formed through a condensation reaction between a primary amine and an aldehyde or ketone, characterized by the presence of an imine group ($-C=N-$). Schiff base compounds, which act as ligands, can be synthesized from o-vanillin and 2-aminothiazole and subsequently bind with Zn(II) metal to form a complex compound. The aim of this study is to determine the physical and chemical properties, characterization, and antioxidant activity of the Schiff base ligand and the Schiff base-Zn(II) complex.

In this research, Schiff base ligand synthesis was carried out using the grinding method. The Schiff base product formed was tested for its physical and chemical properties and characterized using UV-Vis, GC-MS and FTIR. The Schiff base ligand was then complexed with Zn(II) metal using the grinding method. The results of the complex synthesis of Schiff base compounds were then tested for physical properties in the form of shape, color and melting point analysis using MPA and then characterized using UV-Vis, FTIR, Job methods. The synthesis products of Schiff base ligands and their complexes were tested for antioxidant activity using the DPPH method.

The results indicated that the Schiff base ligand 2-methoxy-6-((thiazol-2-ilimino)methyl)phenol was a yellow solid with a melting point of 108-111°C, completely soluble in NaOH and insoluble in distilled water. The ligand was characterized using GC-MS, and the results obtained were a retention time of 39.016 minutes with an area of 97.63% and an m/z value of 234. The results showed that the Schiff-Zn(II) base complex compound was an orange solid with a melting point >174°C. The complex was characterized using UV-Vis, showing a bathochromic shift from 340 nm on the ligand to 341 nm, while using FTIR showed a shift in the wave number of the non-aromatic azomethine group ($C=N$) from 1597.06 cm^{-1} on the ligand to 1604.77 cm^{-1} , the appearance of a Zn-O absorption of 524.64 cm^{-1} and a Zn-N absorption of 493.78 cm^{-1} , as well as aromatic $C=N$ absorption from 1573.91 cm^{-1} on the ligand to 1581.63 cm^{-1} . The ratio between ligands and metal complex compounds was determined using the Job method with a ratio of 1:1. The results of the antioxidant activity test for the Schiff base ligand and its complex were weak, with IC₅₀ values of 350 ppm and 1071 ppm, respectively.

نور الفطريا فاردة، 2024. تخليق مضادات الأكسدة لمركب الزنك (II) المعقد واختبارها مع ليغاند باسا شيف المشتق من 2-ميتوكسي-6-((تيازول-2-إيمينو) ميتيل) فينول. البحث الجامعي، قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: أحمد حناني الماجستير؛ والمشرف الثاني: الدكتور محمد إمام الدين الماجستير.

الكلمات المفتاحية: 2-أمينوثيازول؛ 2-ميتوكسي-6-((تيازول-2-إيمينو) ميتيل) فينول؛ مضاد الأكسدة؛ أو-فانيلين؛ الزنك (II) المعقد.

المركب باسا شيف هو مركب يتكون نتيجة تفاعل التكاثر بين الأمين الأولى والألدهيد أو الكيتون، ويتميز بمجموعة وظيفية خاصة تسمى بمجموعة الإيمين (-C=N-). يمكن تخليق المركب باسا شيف الذي يعمل ك"ليغاند" من أو-فانيلين و2-أمينوثيازول، حيث يرتبط بعد ذلك مع معدن الزنك (Zn(II) ليكون مركبا معقدا. والهدف من هذا البحث هو التعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وكذلك توصيف المركب واختبار نشاطه كمضاد للأكسدة لكل من ليغاند باسا شيف والمركب المعقد باسا شيف-زنك (II).

تم تخليق ليغاند باسا شيف باستخدام طريقة الطحن لمدة 30 دقيقة واختبار الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمنتج الناتج من باسا شيف، بالإضافة إلى توصيفه باستخدام مطيافية UV-Vis و GC-MS و FTIR. بعد ذلك، تم معقدة ليغاند باسا شيف مع معدن الزنك (Zn(II) باستخدام طريقة الطحن. ثم تم اختبار الخصائص الفيزيائية للمركب المعقد الناتج، بما في ذلك تحليل الشكل واللون ونقطة الانصهار باستخدام جهاز MPA، إضافة إلى توصيفه باستخدام UV-Vis و FTIR وطريقة جوب. وجري اختبار نشاطه كمضاد للأكسدة باستخدام طريقة DPPH.

أوضحت نتائج البحث أن الليجان باسا شيف 2-ميتوكسي-6-((تيازول-2-إيمينو) ميتيل) فينول هو مادة صلبة صفراء ذات نقطة انصهار تتراوح بين 108-111 درجة مئوية، قابلة للذوبان تماما في NaOH وغير قابلة للذوبان في الماء المقطر. تم توصيف الليغاند باستخدام GC-MS، وأظهرت النتائج زمن احتجاز قدره 39.016 دقيقة، بنسبة المساحة بلغت 97.63%، وقيمة m/z تساوي 234. كما أوضحت نتائج البحث أن المركب المعقد باسا شيف مع الزنك (Zn(II) هو مادة صلبة برتقالية ذات نقطة انصهار تزيد عن 174 درجة مئوية. وقد أظهر التوصيف باستخدام UV-Vis حدوث انزياح باتوكرومي من 340 نانومترا في الليغاند إلى 341 نانومترا في المعقد. أما التحليل باستخدام FTIR، فقد بين وجود انزياح في تردد رابطة الأزوميتين (C=N) غير العطرية من 1597.06 سينتيمترا⁻¹ في الليغاند إلى 1604.77 سينتيمترا⁻¹ في المعقد، وظهور الامتصاص لرابطة Zn-O عند 524.64 سينتيمترا⁻¹، و Zn-N عند 493.78 سينتيمترا⁻¹، بالإضافة إلى انزياح في رابطة C=N العطرية من 1573.91 سينتيمترا⁻¹ في الليغاند إلى 1581.63 سينتيمترا⁻¹ في المعقد. أما نسبة فرق الليغاند والمعدن في المركب المعقد، فقد تم تحديدها باستخدام طريقة جوب، وكانت النسبة 1:1. أوضحت نتائج اختبار نشاط المضاد للأكسدة لكل من الليغاند والمعدن أنهما يمتلكان نشاطا ضعيفا، حيث كانت قيمة IC₅₀ لليغاند 350 جزءا في المليون (ppm)، بينما كانت للمركب المعقد 1071 جزءا في المليون.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senyawa kompleks merupakan suatu senyawa yang terdiri atas ligan dan atom pusat berupa logam yang saling berikatan melalui suatu ikatan kovalen koordinasi dimana ikatannya berasal dari ligan yang menyumbangkan elektronnya pada logam untuk digunakan bersama. Logam pada senyawa kompleks umumnya merupakan logam transisi yang berada pada blok d salah satunya adalah logam Zn (Prakash & Adhikari, 2011). Logam Zn termasuk kedalam logam diamagnetik yang dapat melepaskan dua elektron pada kulit terluarnya sehingga terbentuk logam Zn(II). Logam Zn(II) dalam sistem biologis adalah jenis logam yang kelimpahannya relatif banyak pada kerak bumi sehingga keberadaannya mudah ditemukan (Akbari *et al.*, 2022). Logam Zn(II) memiliki kelebihan yaitu dapat berkontribusi dengan sisi aktif enzim hidrolitik, lingkungan koordinasi yang fleksibel serta tidak aktif dalam reaksi redoks (Chowdhury *et al.*, 2020).

Ligan pada senyawa kompleks didefinisikan sebagai suatu molekul netral yang memiliki sekurang-kurangnya satu pasangan elektron bebas yang dapat didonorkan kepada atom pusat atau logamnya. Basa Schiff merupakan senyawa yang berpotensi sebagai ligan dalam pembentukan kompleks, diantara senyawa-senyawa lain. Basa Schiff adalah suatu senyawa yang memiliki karakteristik gugus azometine ($C=N$) dimana merupakan suatu produk dari hasil kondensasi antara gugus amina primer dengan senyawa karbonil berupa aldehida atau keton (Meena *et al.*, 2023). Gugus azometine dalam senyawa basa Schiff dapat berperan sebagai ligan, karena memiliki pasangan elektron bebas dari atom nitrogen yang dapat didonorkan sehingga mudah berikatan dengan berbagai jenis logam (Aljamali *et al.*, 2021). Ligan basa Schiff dapat bertindak sebagai ligan bidentat, tridentat, tetradentate dan polidentat (Meena *et al.*, 2023) tergantung pada gugus yang ada basa Schiff.

Terbentuknya senyawa kompleks basa Schiff dapat mengubah sifat sterik maupun listrik dari suatu logam sehingga reaktivitas ion logam tersebut menjadi stabil. Senyawa kompleks basa Schiff yang stabil selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan. Senyawa kompleks basa Schiff memiliki beberapa peranan dalam kehidupan manusia diantaranya adanya aktivitas antibakteri, antioksidan (Chowdhury *et al.*, 2020), antijamur (Akbari *et al.*, 2022), antikanker, antivirus (Thakur *et al.*, 2024), antiinflamasi (Salih Abood *et al.*, 2020), katalis (Al Zoubi & Ko, 2017), fotokatalis (Vallavoju *et al.*, 2023). Berdasarkan literatur, aktivitas biologis dan farmakologis senyawa kompleks basa Schiff lebih baik dibandingkan dengan ligannya.

Beberapa penelitian telah dilakukan, seperti Lely *et al.* (2019) yang telah mensintesis senyawa kompleks dari ligan basa Schiff hasil kondensasi sulfametoksazol dan vanilin dengan logam Zn(II) didapatkan senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berbentuk padatan kristal putih

yang kemudian diuji untuk mengetahui aktivitas antibakteri. Subhi *et al.* (2022) telah melakukan sintesis senyawa kompleks dari ligan basa Schiff berupa 2-((benzilimini)metil)fenol dengan logam Zn(II) yang berasal dari garam $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ligan basa Schiff yang didapatkan merupakan padatan kuning hasil kondensasi antara benzilamin dengan 2-hidroksibelzaldehida. Penelitian lain juga dilakukan oleh Akbari *et al.* (2022) yang mensintesis senyawa kompleks dari ligan basa Schiff berupa N,N-bis ((E)-3-(4-metoksifenil)allylidina)-2,2-dimetilpropana-1,3-diamina dengan seng halida dan pseudohalida didapatkan senyawa kompleks berupa padatan yang stabil pada atmosfer udara, mempunyai titik leleh $196\text{--}297^\circ\text{C}$, tidak larut atau sedikit larut dengan pelarut seperti kloroform, asetonitril dan alkohol namun larut dalam diklorometana, dimetilformamida dan dimetilsulfoksida.

Seperti uraian yang telah dijelaskan, senyawa kompleks basa Schiff memiliki peran dalam aktivitas antioksidan. Gugus hidroksil yang terikat pada senyawa kompleks basa Schiff pada posisi dan jumlah tertentu akan menangkap senyawa radikal sehingga dapat menghasilkan aktivitas antioksidan (Y.F. Li & Liu, 2011). Kemampuan ligan basa Schiff untuk mengkhelat logam sehingga terjadi kompleksasi mengakibatkan peningkatan aktivitas antioksidan. Senyawa kompleks basa Schiff pada tubuh manusia bertindak sebagai antioksidan dan agen pereduksi dimana dapat menyumbangkan elektronnya pada radikal bebas, sehingga kerusakan oksidatif akibat radikal bebas dapat dinetralkan sebelum terjadi kerusakan pada sel (Awolope *et al.*, 2022).

Awolope *et al.* (2022) yang melakukan uji aktivitas antioksidan ligan basa Schiff berupa 4,4-(etana-1, 2-diilbis (nitrile (Zn) metililidena)) bis(2-metoksifenol) (SV) yang dikomplekskan dengan logam Zn(II) didapatkan ligan basa Schiff memiliki nilai IC_{50} lebih besar dibandingkan dengan kompleksnya yaitu sebesar $5,59 \pm 1,16 \mu\text{g/ml}$ sedangkan senyawa kompleks basa Schiff ZnOSV memiliki nilai IC_{50} sebesar $4,59 \pm 1,53 \mu\text{g/ml}$ yang menunjukkan aktivitas antioksidan ligan lebih lemah dibandingkan kompleksnya. Chowdhury *et al.* (2020) melakukan uji aktivitas aktioksidan dari dua ligan basa Schiff yang terbentuk dari kondensasi senyawa aldehida berupa 5-bromo-2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida dengan senyawa amina primer berupa 2-(2-aminoetilamino)-etanol yang kemudian dikomplekskan dengan garam logam ZnI_2 didapatkan nilai EC_{50} paling baik yaitu sebesar $250,57 \mu\text{M}$. Akbari *et al.* (2022) melakukan uji aktivitas antioksidan terhadap senyawa kompleks dari ligan basa Schiff N,N-bis((E)-3-(4methoxyphenyl)allylidene)-2,2-dimethylpropane-1,3-diamine (L) dengan logam Zn halida/pseudohalida menggunakan metode DPPH didapatkan senyawa basa Schiff kompleks memiliki aktivitas antioksidan lebih besar dibandingkan dengan ligan basa Schiffnya terutama pada senyawa kompleks basa Schiff-Zn halida.

Senyawa kompleks basa Schiff dapat disintesis melalui dua cara yakni secara konvensional dan ramah lingkungan atau *green synthesis*. Metode sintesis secara konvensional umumnya melibatkan penambahan pelarut organik serta pengadukan atau refluks dalam proses pembentukan senyawa kompleks basa Schiff. Hal ini tentu kurang efektif

dikarenakan dapat menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan dan membutuhkan waktu yang lama. Metode sintesis secara ramah lingkungan atau *green synthesis* dilakukan tanpa adanya penambahan pelarut organik serta melibatkan alat dan prosedur yang memberikan manfaat bagi lingkungan (Meena *et al.*, 2023). Metode *green synthesis* ini dianggap lebih efektif dalam proses penjagaan terhadap lingkungan dibandingkan dengan metode konvensional. Petunjuk untuk menjaga lingkungan, terdapat dalam firman Allah SWT pada surat Al-Baqarah ayat 205 berbunyi:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya: "Apabila berpaling (dari engkau atau berkuasa), dia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi serta merusak tanam-tanaman dan ternak. Allah tidak menyukai kerusakan"

Ayat tersebut menjelaskan terkait *muamalah ma'a Al-Alam*. Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir (Abdullah, 2015) menjelaskan terkait surat Al-Baqarah ayat 205, bahwasanya seseorang yang berani melakukan kegiatan yang berakibat kehancuran dan kerusakan di bumi baik dengan membinasakan tanaman maupun ternak dimana keduanya merupakan makanan pokok manusia disebut sebagai seorang yang munafik. Allah SWT menciptakan bumi selayaknya atas dasar kemakmuran bagi seluruh makhluknya, apabila dirusak untuk kepentingan diri-sendiri maka akan memberikan kerugian. Makna kemakmuran tersebut mengacu pada pertanian dan peternakan yang semakin meningkat. Terjadinya kerusakan lingkungan menyebabkan kemakmuran yang diharapkan dimuka bumi tidak akan ada lagi. Tafsir Jalalain (Al-Khumayyis, 2021) juga menyebutkan bahwa Allah tidak akan memberikan keridhaan dan membenci setiap perilaku manusia yang berani berbuat kerusakan di bumi baik lingkungan maupun ekosistemnya. Perilaku merusak lingkungan tentunya tidak akan dilakukan oleh seseorang yang beriman. Seseorang yang melakukan kerusakan maka telah jauh dari Allah SWT dan Rasulullah SAW sehingga akan membawa kerusakan yang lebih besar bagi diri sendiri juga bagi lingkungan disekitarnya.

Pembentukan senyawa kompleks basa Schiff dapat dilakukan dengan menggunakan metode *green synthesis* dimana merupakan salah satu metode yang mempunyai aspek efisiensi terhadap kerusakan lingkungan karena metode ini meminimalisir penggunaan zat kimia yang berbahaya bagi lingkungan, meningkatkan selektivitas, menyederhanakan proses isolasi produk serta membutuhkan waktu yang lebih singkat (Meena *et al.*, 2023). Metode *green synthesis* yang sering dilakukan adalah metode penggerusan. Metode penggerusan ini bertujuan untuk memperkecil suatu ukuran molekul zat padat tanpa adanya penambahan baik pelarut maupun katalis (Dipahayu & Permatasari, 2019). Penggerusan dilakukan selain untuk mengurangi penggunaan dan efek samping dari bahan kimia, juga dapat menghemat energi serta dapat menghasilkan nilai rendemen yang tinggi. Boruah *et al.* (2021) telah mensintesis ligan basa schiff dari senyawa *salicylaldehyde* dan *diethylenetriamine* kemudian dikompleks dengan logam Vanadium (V) menggunakan metode penggerusan pada suhu ruang selama 45

menit dan didapatkan senyawa kompleks basa Schiff-V berbentuk padatan bubuk berwarna coklat kekuningan dengan nilai rendemen sebesar 98%.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, penelitian ini dilakukan untuk mensintesis senyawa kompleks basa Schiff dari ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dengan logam Zn(II). Metode yang digunakan dalam proses sintesis adalah *green synthesis* dengan penggerusan tanpa penambahan pelarut. Senyawa basa Schiff yang diperoleh akan dikarakterisasi dengan menggunakan *Ultraviolet Visible* (UV-Vis), *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Sedangkan senyawa kompleks basa Schiffnya akan dikarakterisasi dengan menggunakan *Ultraviolet Visible* (UV-Vis), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Metode Jobs. Kedua senyawa tersebut kemudian akan diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik produk hasil reaksi pengompleksan logam Zn(II) terhadap ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol?
2. Bagaimana hasil uji aktivitas antioksidan dari produk ligan basa Schiff dan kompleks Zn-basa Schiff?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik produk hasil reaksi pengompleksan logam Zn(II) terhadap ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol.
2. Untuk mengetahui hasil uji aktivitas antioksidan dari produk ligan basa Schiff dan kompleks Zn-basa Schiff.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Metode yang digunakan dalam proses sintesis dan pengompleksan senyawa basa Schiff adalah penggerusan
2. Perbandingan mol reaktan dalam sintesis basa Schiff adalah 1:1
3. Proses sintesis senyawa kompleks antara logam Zn(II) dengan ligan basa Schiff menggunakan perbandingan 1:2
4. Waktu penggerusan yang digunakan adalah 30 menit.
5. Uji antioksidan menggunakan metode DPPH
6. Produk ligan basa Schiff dikarakterisasi menggunakan UV-Vis, FTIR, dan GC-MS
7. Produk senyawa kompleks Zn-basa Schiff dikarakterisasi menggunakan UV-Vis, FTIR dan Metode Jobs

1.5 Manfaat Penelitian

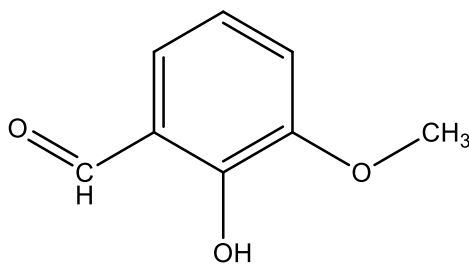
Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi terkait senyawa ligan basa Schiff dan kompleks Zn-basa Schiff dengan metode penggerusan selama 30 menit. Memberikan informasi terkait kemanfaatan senyawa ligan basa Schiff dan kompleks Zn-basa Schiff dalam uji aktivitas antioksidan serta memberikan informasi terkait hasil karakterisasi senyawa sintesis dan kompleks basa Schiff.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 o-Vanilin

Senyawa o-vanilin atau 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida merupakan salah satu isomer dari 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehida (vanilin) yang memiliki rumus molekul $C_8H_8O_3$. o-Vanilin merupakan suatu padatan kristal berwarna kuning dengan berat molekul sebesar 152,15 g/mol, titik leleh sebesar $40-42^{\circ}C$ dan titik didih sebesar $265-266^{\circ}C$, berasal dari ekstrak tumbuhan dan minyak atsiri tanaman vanili. o-Vanilin terdiri atas tiga gugus fungsi yang mengelilingi cincin benzena yaitu eter, aldehida dan fenol. o-Vanilin dibedakan dari vanilin dengan adanya gugus hidroksil pada posisi orto di tengah antara gugus aldehida dan metoksi, hal ini membuat basa Schiff dari o-vanilin lebih stabil, lebih mudah dan lebih cepat untuk dikelat dengan sebagian besar ion logam (Hassan & Said, 2021). Struktur o-vanilin ditunjukkan pada Gambar 2.1.

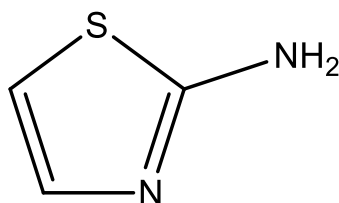


Gambar 2. 1 Struktur o-vanilin (Hassan & Said, 2021)

Gugus aldehid pada o-vanilin menunjukkan sifat polar akibat adanya perbedaan keelektronegatifitas antara atom oksigen dengan atom karbon maupun hidrogen. Perbedaan keelektronegatifitas ini mengakibatkan elektron-elektron yang berada pada ikatan sigma (σ) dan pi (π) tertarik pada atom oksigen, akibatnya atom karbon akan bersifat parsial positif sehingga mudah diserang oleh atom lain. Gugus aldehida pada o-vanilin inilah yang dapat mengalami reaksi kondensasi dengan gugus amina sehingga terbentuk suatu senyawa ligan basa Schiff (Fessenden & Fessenden, 1982).

2.2 2-Aminotiazol

Senyawa 2-aminotiazol dengan rumus kimia $C_3H_4N_2S$ merupakan suatu senyawa heterosiklik yang terdiri atas satu inti tiazol dan satu gugus amino. 2-aminotiazol dalam strukturnya terdapat atom sulfur dan nitrogen pada posisi 1 dan 3 (Wan *et al.*, 2021). 2-aminotiazol merupakan senyawa berbentuk padatan kristal berwarna coklat muda dengan massa molekul sebesar 100,14 g/mol, titik leleh sebesar $86-89^{\circ}C$, titik didih sebesar $117^{\circ}C$ dan pH sebesar 9,6 (Merck, 2006). Struktur dari 2-aminotiazol ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur 2-aminotiazol (Wan *et al.*, 2021)

Struktur heterosiklik pada senyawa 2-aminotiazol mengakibatkan senyawa tersebut memiliki kelarutan yang lebih baik dan kecenderungan membentuk garam. Selain itu, struktur heterosiklik juga mengakibatkan 2-aminotiazol memiliki sifat farmakokinetik dan aktivitas biologis yang baik seperti anti-tumor, anti-bakteri, anti-kanker, anti-virus dan anti-inflamasi. Gugus amina pada senyawa 2-aminotiazol merupakan gugus fungsional aktif yang dapat dihubungkan dengan gugus lain melalui berbagai reaksi salah satunya reaksi kondensasi dalam proses pembentukan ligan basa Schiff. Atom N pada gugus amina bersifat parsial negatif yang mengakibatkan atom tersebut mudah menyerang atom lain yang bersifat parsial positif, sehingga menghasilkan suatu ikatan baru (Wan *et al.*, 2021)

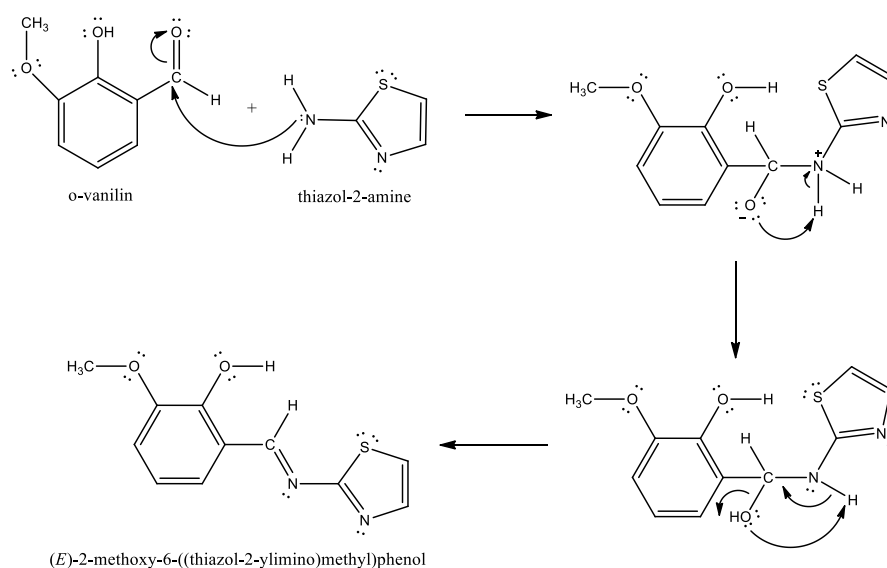
2.3 Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol merupakan suatu ligan basa Schiff yang dihasilkan dari proses kondensasi antara dua golongan senyawa yaitu amina primer dengan aldehida atau keton. Reaksi kondensi ini, senyawa yang menyumbangkan gugus aldehidnya adalah o-vanilin sedangkan senyawa yang menyumbangkan gugus amina primernya adalah 2-aminotiazol. Gugus aldehid pada senyawa vanillin pada proses kondensasi akan berperan sebagai elektrofil dimana akan diserang oleh senyawa nukleofil berupa gugus amina primer dari senyawa 2-aminotiazol. Gugus fungsi amina primer dengan atom N berperan sebagai nukleofil karena dapat mendonorkan pasangan elektron bebasnya kepada atom C sehingga terjadi proses pembentukan ikatan C=N (Fessenden & Fessenden, 1982).

Proses pembentukan senyawa basa Schiff dimulai dengan reaksi adisi akibat penyerangan elektron bebas dari atom N kepada gugus C karbonil. Atom N yang bertindak sebagai nukleofil dan bersifat parsial negatif akan menyerang atom C yang bersifat parsial positif (Sardjono, 2020). Atom N dan C mengalami pembentukan ikatan yang mengakibatkan terjadinya proses eliminasi atau pelepasan H₂O sehingga menghasilkan gugus imina. Adanya gugus imina menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff telah terbentuk (Mumtazah, 2024). Senyawa basa Schiff yang telah terbentuk selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam bidang ilmu kimia salah satunya sebagai ligan dalam proses pembentukan senyawa kompleks basa Schiff yang stabil.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Imanudin (2023) yang melakukan sintesis senyawa basa Schiff dari o-vanilin dengan 2-aminotiazol menggunakan metode penggerusan membentuk 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol. Senyawa basa Schiff tersebut berbentuk

padatan berwarna kuning pudar dengan titik lebur sebesar 109-110°C. Uji sifat kimia ligan basa Schiff didapatkan bahwa ligan dapat larut sempurna dengan NaOH dan tidak larut dalam aquades. Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol dijelaskan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff (Imanudin, 2023)

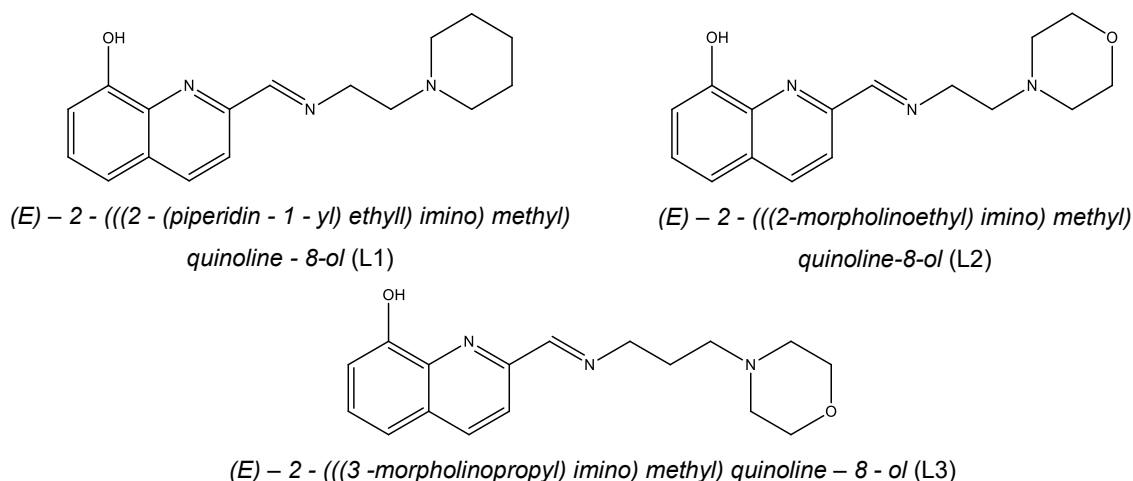
2.4 Logam Zn(II)

Logam Zn atau *zink* merupakan suatu logam transisi periode keempat yang memiliki konfigurasi elektron $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10}$ dan merupakan salah satu unsur dengan kelimpahan rendah pada kerak bumi. Logam Zn dalam sistem periodik unsur berada pada golongan IIB dimana merupakan satu-satunya unsur senyawa transisi periode empat yang memiliki elektron valensi pada subkulit 3d dan terisi penuh sehingga bersifat diamagnetik (Sriatun, 2012). Sistem diamagnetik dalam logam Zn(II) diungkapkan oleh nilai momen magnetik sesuai dengan 0 elektron tidak berpasangan pada d^{10} . Akibatnya, basa Schiff berkoordinasi dengan ion Zn(II) sebagai agen khelasi membentuk geometri empat dentat *square-planar* (Sani *et al.*, 2022), geometri oktahedral dengan ligan bidentat (Côte-Real *et al.*, 2023), dan tetrahedral (Tašner *et al.*, 2022).

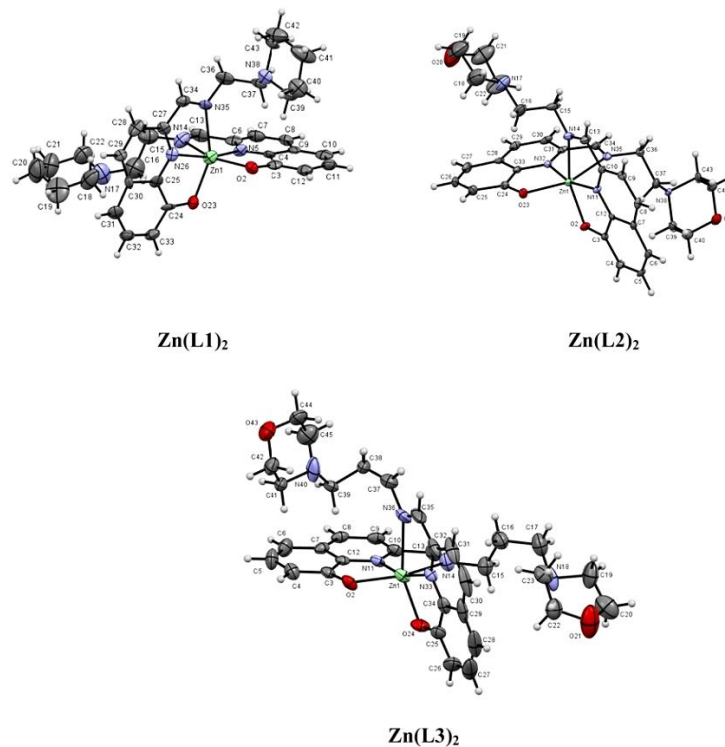
Logam Zn (II) dalam sintesis senyawa basa Schiff kompleks dapat berperan sebagai atom pusat yang mampu menerima pasangan elektron bebas dari senyawa basa Schiff sehingga dapat saling terikat membentuk ikatan kovalen koordinasi serta membentuk geometri kompleks. Logam Zn akan melepas 2 elektronnya sehingga membentuk logam Zn (II) yang memiliki ruang kosong dimana ruang kosong tersebut dapat menerima pasangan elektron dari ligan basa Schiff-nya (Lely *et al.*, 2019).

Côte-Real (2023) telah mensintesis tiga ligan basa Schiff berupa (E) – 2-(((2-(piperidin-1-yl) ethyl) imino) methyl) quinoline-8-ol (L1), (E)–2-(((2-morpholinoethyl) imino) methyl) quinoline-8-ol (L2), (E)–2-(((4-morpholinobutyl) imino) methyl) quinoline – 8-ol (L3) dari

senyawa aldehida 2 – karbaldehida-8-hidroksikuinon dengan tiga senyawa amina primer yaitu 1-(2-aminoetil)-piperidina, 4-(2-aminoetil)morfolin, dan 3-morfolinopropilamin. Ketiga ligan tersebut dikomplekskan dengan logam Zn(II) yang berasal dari senyawa ZnCl_2 . Hasil yang didapatkan dari proses pengompleksan tersebut adalah senyawa kompleks basa Schiff-Zn berbentuk bubuk kristal berwarna jingga dan nilai rendemen untuk senyawa kompleks $\text{Zn}(\text{L1})_2$ sebesar 89%, kompleks $\text{Zn}(\text{L2})_2$ sebesar 63% dan kompleks $\text{Zn}(\text{L3})_2$ sebesar 51%. Ketiga senyawa kompleks tersebut kemudian dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui aktivitas antikanker.

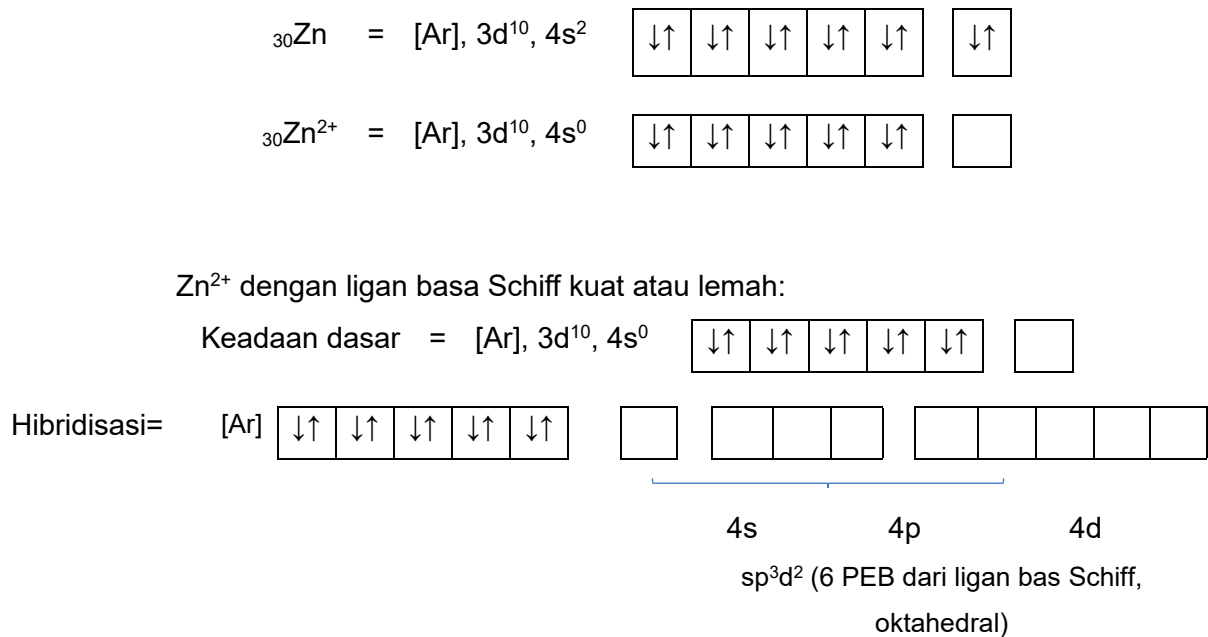


Gambar 2. 4 Struktur ligan basa Schiff (Côte-Real *et al.*, 2023)

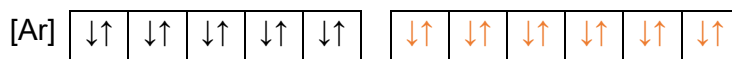


Gambar 2. 5 Struktur molekul kompleks Zn(II)-basa Schiff ditentukan dengan SC-XRD (Côte-Real *et al.*, 2023)

Bentuk hibridisasi logam Zn dengan suatu ligan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Kompleks Zn-basa Schiff =



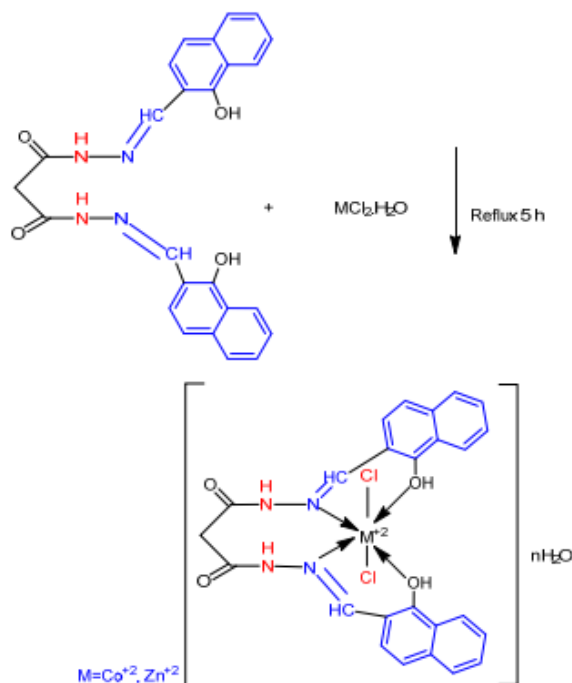
Gambar 2. 6 Hibridisasi Logam Zn dengan Ligan Basa-Schiff

2.5 Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff

Senyawa kompleks atau yang disebut dengan senyawa koordinasi merupakan senyawa yang tersusun atas suatu atom pusat dan ligan yang berikatan dengan atom pusat tersebut. Atom pusat pada senyawa kompleks berupa atom logam yang umumnya berada pada golongan transisi dalam sistem periodik unsur. Logam transisi dipilih sebagai atom pusat karena memiliki orbital valensi yang tidak terisi penuh sehingga mudah membentuk ion kompleks. Proses pembentukan senyawa kompleks melibatkan atom pusat dengan ligan yang dihubungkan oleh suatu ikatan berupa ikatan kovalen koordinasi. Ikatan kovalen koordinasi merupakan ikatan yang terbentuk akibat adanya pemakaian bersama pasangan elektron yang berasal dari atom dengan pasangan elektron bebas. Atom yang memiliki pasangan elektron bebas disebut dengan ligan. Ligan akan memberikan pasangan elektronnya kepada atom pusat sehingga terjadi suatu ikatan kovalen koordinasi. Ligan akan memberikan pasangan elektron bebasnya, sehingga elektron tersebut akan memasuki orbital kosong pada atom pusat (Lely *et al.*, 2019). Proses pembentukan senyawa kompleks terdapat istilah asam Lewis dan basa Lewis. Asam Lewis berupa atom pusat yang mengalami kekurangan elektron sedangkan basa Lewis merupakan ligan yang kelebihan elektron dan akan memberikan pasangan elektronnya kepada atom pusat (Yusuf, 2018).

Penelitian terkait kompleks ligan basa Schiff telah dilakukan oleh beberapa peneliti salah satunya Hammoda & Shaalan (2023) yang telah mensintesis ligan basa Schiff $\text{C}_{25}\text{H}_{20}\text{N}_4\text{O}_4$ (L) dari kondensasi antara senyawa *Malonic acid dihydrazide* dan *2-hydroxy-1-*

naphthaldehyde. Ligan tersebut dikomplekskan dengan logam Zn(II) dari senyawa ZnCl_2 membentuk senyawa kompleks $[\text{ZnLCl}_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Hasil yang didapatkan dari proses pengujian adalah senyawa kompleks basa Schiff-Zn berbentuk padatan berwarna kekuningan, memiliki titik leleh sebesar $242\text{--}246^\circ\text{C}$, rendemen sebesar 83% dan memiliki geometri molekul oktahedral. Proses pembentukan senyawa kompleks dijelaskan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Pembentukan senyawa kompleks $[\text{ZnLCl}_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Hammoda & Shaalan, 2023)

2.6 Sintesis Kompleks Basa Schiff dengan Metode Penggerusan

Penggerusan merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengurangi ukuran suatu zat padat melalui suatu proses mekanik. Proses penggerusan juga dapat disebut sebagai penghancuran, penggilingan, disperse, disintegrasi, dan penyerbukan. Penggerusan dapat dilakukan baik secara manual maupun menggunakan alat *milling*. Proses penggerusan secara manual umumnya menggunakan mortar dan *pestle*. Sedangkan proses penggerusan menggunakan alat *milling* dapat dibantu oleh blender atau *ball mill* (Dipahayu & Permatasari, 2019).

Prinsip kerja metode penggerusan adalah energi mekanik yang dihasilkan oleh gesekan antara mortar dan *pestle* akan diubah atau dikonversikan menjadi energi panas, yang akan meningkatkan aktivasi molekul. Efek padatan yang ditimbulkan dengan adanya energi kinetik selama penggerusan diantaranya adalah pemanasan, pengurangan ukuran partikel seiring dengan peningkatan luas permukaan, peleburan, dan perubahan fasa. Tabrakan antar padatan selama penggerusan juga menyebabkan reaksi deformasi, yang menyebabkan padatan meleleh. Metode penggerusan saat ini lebih baik daripada metode penambahan pelarut. Ini karena metode penggerusan dianggap ramah lingkungan, memberikan hasil yang

tinggi, tidak memerlukan peralatan khusus, sederhana, nyaman, dan tidak berbahaya (Sana *et al.*, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sani *et al.* (2022) yang mensintesis senyawa basa schiff dari 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida dan *o*-phenylenediamine kemudian dikomplekskan dengan logam Zn menggunakan metode penggerusan. Waktu yang dibutuhkan dalam proses penggerusan senyawa basa schiff dan kompleks basa schiff adalah 30 menit. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah senyawa kompleks basa Schiff-Zn berbentuk padatan bubuk berwarna abu-abu dengan nilai rendemen sebesar 87,6% dan dapat meleleh atau terurai pada suhu 195°C.

2.7 Karakterisasi Senyawa Hasil Sintesis

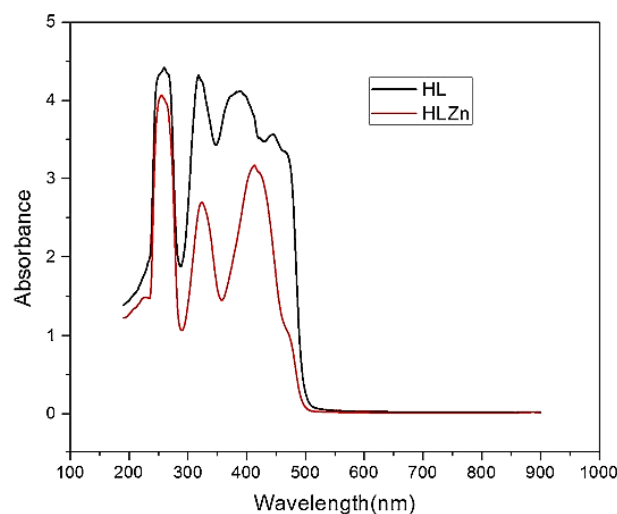
2.5.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu metode analisis yang memiliki area serapan pada panjang gelombang UV yaitu rentang 100-400 nm dan *visible* yaitu rentang 400-750 nm dalam mendeteksi suatu senyawa sampel. Sampel yang digunakan dalam spektrofotometri UV-Vis dapat berupa sampel larutan, gas ataupun uap. Sampel gas atau uap terlebih dahulu diubah menjadi larutan yang jernih kemudian dapat dianalisis dengan menggunakan UV-Vis. Spektrofotometri UV-Vis dapat mengidentifikasi senyawa yang memiliki gugus kromofor dan gugus auxokrom. Gugus kromofor merupakan gugus fungsi molekul yang dapat mengabsorpsi sinar pada daerah UV-Vis sedangkan gugus auxokrom merupakan gugus fungsi yang memiliki ikatan kovalen tunggal pada pasangan elektron bebas dimana terikat pada kromofor sehingga mengintensifkan absorpsi sinar UV-Vis pada kromofor tersebut baik intensitasnya maupun panjang gelombangnya (Suhartati, 2017).

Prinsip kerja dari spektrofotometri UV-Vis adalah apabila ada sinar yang datang dari sumber sinar menuju pada sampel maka sinar akan diteruskan atau diserap dimana intensitasnya berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi zat yang menyerap sinar. Semakin banyak sampel organik yang mengabsorpsi sinar dengan panjang gelombang tertentu, maka absorban yang didapatkan akan semakin tinggi (Suhartati, 2017). Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif dimana hasilnya berupa panjang gelombang maksimum. Proses penyerapan sinar pada sampel mengakibatkan adanya transisi elektronik. Transisi elektronik merupakan perpindahan elektron-elektron yang berada pada keadaan dasar dengan energi orbital rendah menuju pada orbital orbital yang energinya lebih tinggi atau biasa disebut dengan reaksi eksitasi (Imanudin, 2023).

Karakteristik senyawa kompleks basa Schiff telah dianalisis oleh beberapa peneliti. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Gondia *et al.* (2016) dimana mengkarakterisasi ligan basa Schiff *N,N*-bis(1-naphthalidimine)-4methyl-1,3-phenylenediamine yang dikomplekskan dengan logam Zn menggunakan spektrofotometer UV-Vis didapatkan adanya pergeseran panjang gelombang pada transisi $n \rightarrow \pi^*$ yaitu sebesar 325 dan 425 nm, transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ yaitu

sebesar 256 nm dan transisi LMCT (*Ligan to Metal Charge Transfer*) yaitu 415 nm. Spektra UV-Vis ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Spektra UV-Vis senyawa ligan dan kompleks Zn-(N,N-bis(1-naphthalidimine)-4methyl-1,3-phenylenediamine) (Gondia *et al.*, 2016)

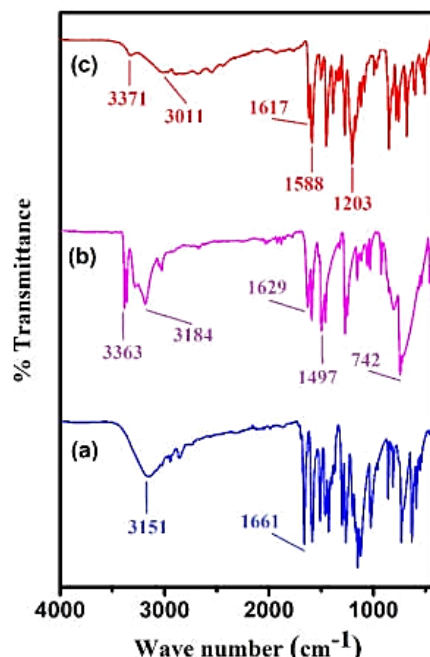
2.5.2 Karakterisasi Senyawa Menggunakan FTIR

FTIR atau *Fourier Transform Infrared* merupakan spektroskopi inframerah yang terdiri dari transformasi fourier yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan memberikan hasil dari analisis spektrum. Spektrofotometer FTIR dapat digunakan untuk mengetahui gerakan vibrasi pada molekul baik *stretching* maupun *bending* dan dapat dimanfaatkan dalam memprediksi gugus fungsi dari senyawa kimia. Spektra FTIR menunjukkan beberapa puncak dimana puncak-puncak tersebut menandakan adanya gugus fungsi yang ditandai oleh bilangan gelombang. Sampel diradiasi dengan radiasi inframerah di wilayah tengah spektrum elektromagnetik ($4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$), dengan panjang gelombang yang lebih panjang dan frekuensi yang lebih rendah daripada cahaya tampak. Suatu molekul dapat aktif terhadap inframerah pada saat molekul tersebut menunjukkan perubahan momen dipol listrik gugus fungsi selama vibrasi ikatan kimia pada frekuensi tertentu (Herrero *et al.*, 2023).

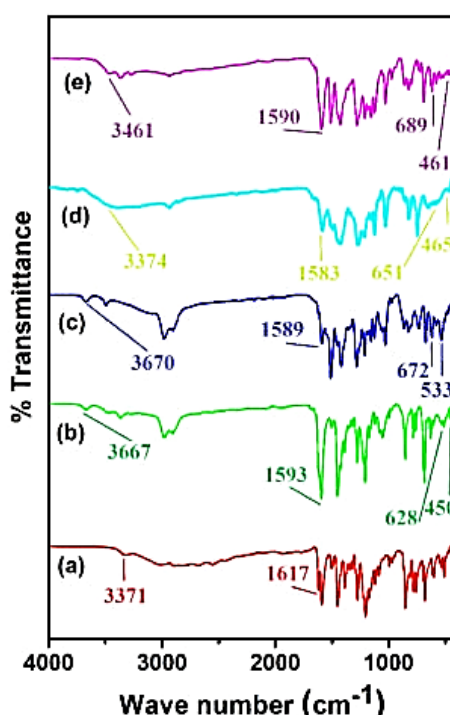
Prinsip kerja dari spektrofotometer FTIR adalah apabila terdapat sinar berupa radiasi inframerah dengan frekuensi tertentu dilewatkan pada suatu sampel yang berupa senyawa organik maka frekuensi tersebut akan diserap oleh senyawa. Frekuensi yang dilewatkan pada sampel namun tidak diserap akan dideteksi oleh detektor dan akan diukur sebagai persen transmittan. Persen transmittan dapat menjelaskan banyaknya frekuensi yang diserap oleh senyawa. Jika %transmittan tinggi maka frekuensi inframerah yang tidak diserap oleh senyawa juga tinggi. Banyaknya frekuensi yang diserap oleh senyawa maka akan memberikan informasi terkait ikatan dalam senyawa tersebut (Dachriyanus, 2017).

Karakterisasi senyawa kompleks basa Schiff dengan menggunakan spektrofotometer FTIR telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Sani *et al.* (2022) dimana melakukan karakterisasi senyawa kompleks basa Schiff-Zn menggunakan spektrofotometer FTIR. Hasil analisis yang didapatkan yaitu senyawa basa Schiff berada pada

bilangan gelombang 1617 cm^{-1} yang ditandai munculnya gugus $\text{C}=\text{N}$ dan senyawa kompleks basa Schiff-Zn muncul pada bilangan gelombang 1593 cm^{-1} dimana pergeseran ke nilai bilangan gelombang yang lebih rendah akibat adanya vibrasi peregangan gugus azomethine. Hal ini menandakan bahwa nitrogen azomethine telah dikoordinasikan dengan pusat logam. Spektrum senyawa kompleks basa Schiff-Zn juga muncul pada bilangan gelombang 689 dan 461 cm^{-1} dimana berhubungan dengan vibrasi $\text{M}-\text{N}$ dan $\text{M}-\text{O}$. Spektra FTIR ligan basa schiff dan kompleks basa schiff dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan 2.10.



Gambar 2. 9 Spektra FTIR (a) 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida, (b) o-fenilendiamin, dan (c) Ligan basa Schiff (Sani *et al.*, 2022)

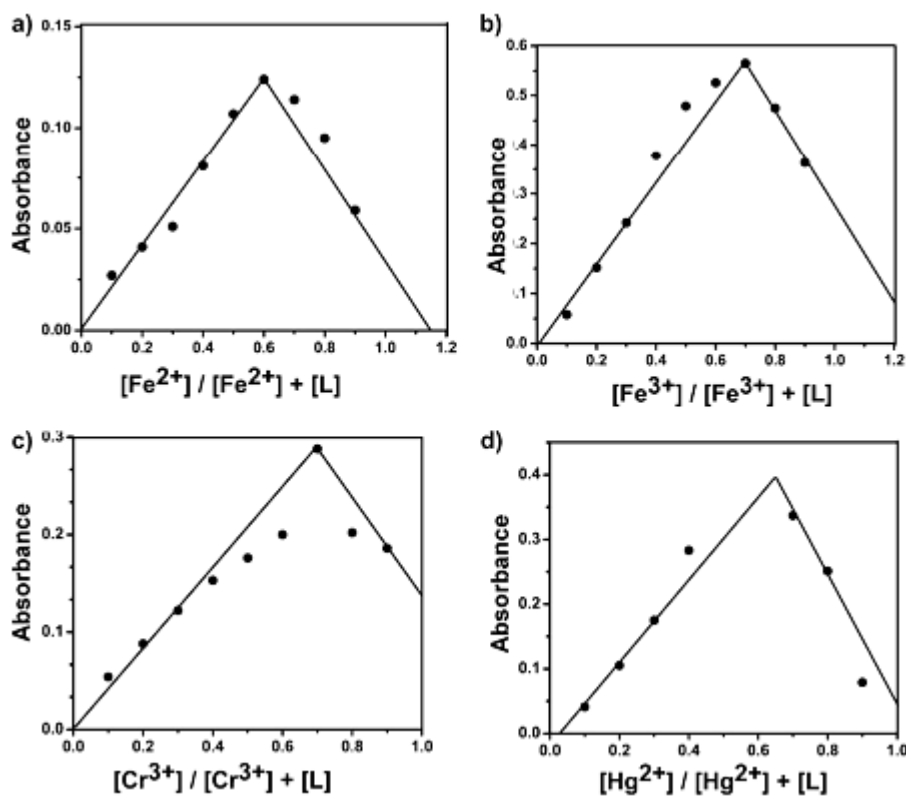


Gambar 2. 10 Spektra FTIR (a) H_2L_1 , (b) $[\text{Co}(\text{L}_1)]$, (c) $[\text{Cu}(\text{L}_1)]$, (d) $[\text{Ni}(\text{L}_1)]$, (e) $[\text{Zn}(\text{L}_1)]$ (Sani *et al.*, 2022)

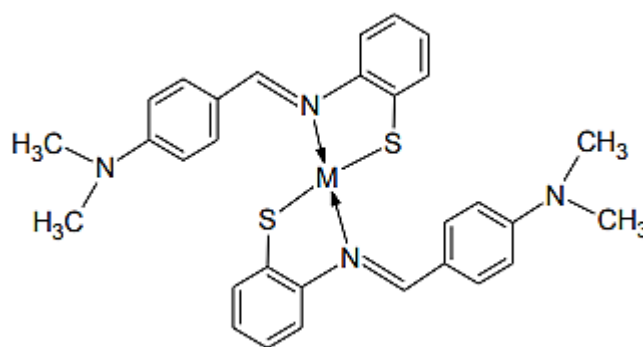
2.5.3 Metode Job

Metode Job atau metode variasi kontinyu merupakan metode yang digunakan dalam menentukan stoikiometri senyawa kompleks pada perbandingan antara atom logam dengan ligan. Logam dan ligan dicampurkan dengan konsentrasi yang sama dilakukan perbandingan volume namun volume campurannya tetap kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis sehingga dihasilkan nilai absorbansi maksimal yang mengidentifikasi stoikiometer logam dan ligan. Prinsip analisis dengan metode Job adalah menggunakan perbandingan volume logam dan ligan sebanyak 0 hingga 1 dan dengan konsentrasi sama (Alorabi *et al.*, 2019).

Beberapa peneliti telah menganalisis senyawa kompleks basa Schiff dengan metode Job. Alorabi *et al.* (2019) menganalisis senyawa kompleks basa Schiff dari ligan 1-(2-tiofenilimino)-4-(N-dimetil)benzena yang merupakan ligan bidentat dan mengikat logam Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} dan Hg^{2+} . Metode ini mempertahankan konsentrasi total dari ligan dan ion logam pada 0,01 M dan mengubah rasio molar ion logam dari 0,1 menjadi 1,0 M. Dari hasil analisis didapatkan absorbansi maksimum diamati ketika rasio molar ligan terhadap logam adalah 0,66, yang menunjukkan terbentuknya kompleks 1:2 (logam:ligand). Kemungkinan cara pengikatan ligan dengan ion logam adalah melalui koordinasi atom nitrogen (N) dari gugus azomethine dan atom sulfur (S) dari gugus thiol. Plot metode Job dan kemungkinan struktur yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 2.11 dan 2.12.



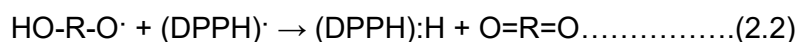
Gambar 2. 11 Plot Job senyawa kompleks basa Schiff (Alorabi *et al.*, 2019)



Gambar 2. 12 Dugaan struktur senyawa kompleks (Alorabi *et al.*, 2019)

2.8 Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff dengan Metode DPPH

Senyawa antioksidan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan dalam mendonorkan elektron dimana dapat digunakan untuk meredam radikal bebas dalam suatu senyawa. Beberapa senyawa basa Schiff memiliki kemampuan sebagai antioksidan karena terdapat gugus fenolat didalamnya yang mampu mendonorkan atom H radikalnya kepada radikal bebas. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk uji antioksidan adalah dengan menggunakan radikal difenilpicrilhidrazil (DPPH). DPPH merupakan suatu senyawa radikal yang bersifat stabil akibat adanya delokalisasi elektron secara merata pada molekul sehingga terbentuk warna ungu dan adanya serapan pada panjang gelombang 515-520 nm. Seluruh radikal bebas dalam DPPH telah berpasangan dapat mengakibatkan perubahan warna larutan menjadi orange-kuning membentuk difenil-pikril hidrazin (Chowdhury *et al.*, 2020). Aktivitas antioksidan dalam proses uji antioksidan adalah adanya penurunan absorbansi pada larutan DPPH. Semakin turun absorbansi DPPH maka aktivitas senyawa antioksidan akan bertambah. Reaksi yang mungkin terjadi antara senyawa antioksidan dengan radikal DPPH dijelaskan pada persamaan 2.1 (Nadhiroh, 2020) :



Parameter uji aktivitas antioksidan yang menginterpretasikan hasil uji adalah nilai EC_{50} (*Efficient Concentration*) dan IC_{50} (*Inhibition Concentration*). Kedua nilai tersebut menunjukkan konsentrasi senyawa antioksidan dalam menghilangkan 50% aktivitas DPPH dengan ditandai adanya perubahan warna larutan. Nilai $\text{EC}_{50}/\text{IC}_{50}$ berbanding terbalik terhadap kekuatan antioksidan. Semakin besar nilai $\text{EC}_{50}/\text{IC}_{50}$ maka semakin rendah kekuatan antioksidannya dan semakin kecil nilai $\text{EC}_{50}/\text{IC}_{50}$ maka semakin besar kekuatan antioksidannya (Nafiah, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Awolope *et al.* (2022) yang melakukan uji aktivitas antioksidan ligan basa Schiff berupa 4,4-(etana-1,2-diilbis(nitrile(Zn)metililidena))bis(2-metoksifenaol (SV) yang dikomplekskan dengan berbagai logam salah satunya Zn(II) dengan metode DPPH. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini,

ligan basa schiff memiliki nilai IC_{50} sebesar $5,59 \pm 1,16 \mu\text{g/ml}$ sedangkan senyawa kompleks basa Schiff ZnOSV memiliki nilai IC_{50} sebesar $4,59 \pm 1,53 \mu\text{g/ml}$. Hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut adalah aktivitas antioksidan senyawa kompleks basa Schiff lebih besar dibanding ligan basa Schiff-nya karena memiliki nilai IC_{50} lebih kecil.

2.9 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan dalam Perspektif Islam

Pemilihan metode penggerusan sebagai metode sintesis merupakan salah satu perwujudan peduli terhadap lingkungan. Metode sintesis dengan penggerusan dianggap sebagai metode yang ramah lingkungan, karena dalam proses sintesisnya tidak membutuhkan penambahan pelarut organik yang berbahaya bagi lingkungan. Beberapa peneliti telah mensintesis senyawa kompleks basa schiff dengan metode penggerusan. Verma & Das (2024) telah mensintesis 2 ligan basa schiff dari *glyoxal* dan *ethanol amine* untuk ligan pertama (L1) serta glutaraldehyde dan 2-aminophenol untuk ligan kedua (L2). Kedua ligan tersebut kemudian dikomplekskan dengan logam kobalt (Co) menggunakan metode penggerusan. Dari hasil penelitian didapatkan ligan basa schiff L1 berwarna coklat muda dengan nilai rendemen sebesar 97% dan untuk ligan basa schiff L2 berwarna coklat dengan nilai rendemen sebesar 96%. Untuk senyawa kompleks basa schiff L1-Co didapatkan produk berwarna merah dengan rendemen sebesar 98% dan senyawa kompleks basa Schiff L2-Co didapatkan produk berwarna merah dengan nilai rendemen 97%. Penelitian lain juga dilakukan oleh Tella *et al.* (2016) yang telah mensintesis senyawa kompleks basa schiff-Co dari ligan yang mengandung asam malonat dan asam isonikotinat menggunakan metode penggerusan. Hasil pengujian menunjukkan senyawa kompleks basa Schiff-Co dari ligan asam malonat berbentuk serbuk berwarna kuning dengan rendemen sebesar 92%. Sedangkan senyawa kompleks basa Schiff-Co dari ligan asam nikotinat berbentuk serbuk berwarna merah muda dengan rendemen sebesar 93%. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode penggerusan dapat digunakan untuk mensintesis suatu senyawa kompleks basa Schiff. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, dengan menggunakan penggerusan sebagai metode sintesis maka dapat meminimalisir adanya perilaku perusakan lingkungan yang tentunya dilarang oleh Allah SWT, sebagaimana yang dijelaskan dalam Al-Qur'an Surat Al-Qashas ayat 77, yaitu:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ
فِي الْأَرْضِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Artinya: “Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan”

Alam lingkungan merupakan tempat tinggal bagi manusia dan makhluk Allah yang lain sehingga selayaknya untuk dijaga dan dilestarikan. Berdasarkan tafsir Al-Misbah (Shihab, 2012), Allah memberikan banyak kenikmatan kepada manusia, dimana kenikmatan tersebut dapat digunakan untuk menunjang proses ketaatan serta pendekatan diri kepada-Nya. Allah juga menganjurkan kepada manusia untuk selalu berbuat kebaikan bukan kerusakan. Antara kebaikan dan keburukan tidak dapat dicampuradukkan karena keduanya memiliki sifat berlawanan. Allah tidak menyukai seseorang yang memiliki niat dan berusaha melakukan kerusakan dalam bentuk apapun, baik kerusakan terhadap sesama makhluk maupun kerusakan lingkungan serta ekosistem di bumi. Metode penggerusan dalam proses mensintesis senyawa kompleks basa schiff adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir adanya kerusakan lingkungan. Sebagai umat islam, larangan berbuat kerusakan harus ditanamkan didalam diri sehingga tidak menimbulkan dampak yang buruk. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Allah SWT pada surat Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: *“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (dampak) perbuatan mereka. Semoga mereka kembali (ke jalan yang benar)”*

Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir (Abdullah, 2015) menjelaskan adanya kerusakan di bumi seperti berkurangnya hasil tanaman dan buah-buahan merupakan akibat dari perbuatan manusia itu sendiri. Sebagai seorang yang beriman, sudah menjadi kewajiban untuk tidak melakukan perbuatan kerusakan yang nantinya dampak dari kerusakan tersebut dirasakan oleh dirinya sendiri. Sebagai contoh dalam penafsiran Zaghlul Al-Najjar (Nani, 2017), pencemaran air dan lingkungan yang ada saat ini merupakan hasil dari banyaknya limbah bahan kimia yang dibuang sembarangan ke tanah maupun wilayah perairan. Selain itu, kerusakan tanah juga dikarenakan adanya gas pada kaleng bekas yang dibuang sembarangan dimana gas tersebut dapat menipiskan lapisan ozon pada tanah. Setiap perbuatan yang dilakukan dimuka bumi, pastinya akan dipertanggungjawabkan dihadapan Allah SWT. Oleh karena itu, manusia diharuskan melaksanakan sesuatu yang membawa kemaslahatan baik bagi dirinya sendiri dan sekitarnya serta tidak melakukan sesuatu yang membawa kemudharatan. Menjaga lingkungan berarti menjaga kemaslahatan umat. Dengan menjaga lingkungan, setiap makhluk di bumi ini dapat merasakan kenikmatan Allah SWT. Sebagaimana yang dijelaskan pada surat An-Nahl ayat 114:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ○

Artinya: *“Maka makanlah yang halal lagi baik dari rezeki yang telah diberikan Allah kepadamu dan syukurilah nikmat Allah, jika kamu hanya kepadaNya saja menyembah.”*

Ayat tersebut menjelaskan tujuan Allah SWT menciptakan alam adalah untuk kebaikan serta kemaslatan seluruh mahluk-Nya. Berdasarkan tafsir Ibnu Katsir (Abdullah, 2015) dijelaskan bahwa Allah memerintahkan kepada manusia untuk selalu memakan makanan yang baik lagi halal serta dianjurkan untuk selalu bersyukur atas nikmat yang dikaruniakan kepada mereka. Segala sesuatu yang telah diciptakan Allah selalu memiliki hikmah didalamnya sehingga senantiasa dilestarikan dengan bijaksana dan dapat dimanfaatkan untuk kebaikan seluruh mahluk-Nya. Sebagaimana metode penggerusan dalam proses sintesis basa Schiff ini adalah salah satu cara melestarikan lingkungan. Metode penggerusan dapat digunakan sebagai alternatif karena aman terhadap lingkungan, dapat memberikan hasil yang cukup tinggi dan hanya melibatkan proses transfer energi dari energi kinetik ke energi panas dengan bergesekan pada saat menggerus.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 hingga Februari 2025 di Laboratorium Kimia Organik, Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi UV-Vis dilakukan di Laboratorium Instrumen, Program Studi Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Karakterisasi FTIR dan GC-MS dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya yaitu *beaker glass* 50 mL, beaker glass 100 ml, labu ukur 10 mL, 20 mL, 25 mL, 50 mL dan 100 mL, tabung reaksi, neraca analitik, bola hisap, kertas saring, spatula, rak tabung reaksi, aluminium foil, pipet tetes, pipa kapiler, kuvet, pipet ukur 10 mL, pipet volume 1 mL dan 3 mL, spatula, batang pengaduk, botol semprot, desikator, mortar agate, mortar, alu, termometer 250°C, cawan porselen, inkubator, mikropipet, botol via 10 mL dan 30 mL, *Melting Point Apparatus* (MPA) Stuart SMP11, vortex, oven, FTIR VARIAN tipe FT 1000, GC-MS QP2010SSHIMADZU, dan UV-Vis Varian Carry 50.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu senyawa o-vanilin, 2-aminotiazol, aseton, kloroform, etanol, KBr, akuades, NaOH 2 M, garam $ZnCl_2$, DPPH, dan asam askorbat.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan diantaranya yaitu sintesis ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol membentuk 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dengan menggunakan metode penggerusan. Selanjutnya ligan yang terbentuk dilakukan uji fisik dengan pengamatan bentuk, warna, serta titik lelehnya dengan menggunakan MPA. Selain itu, dilakukan uji sifat kimia yaitu dengan proses pelarutan ligan basa Schiff menggunakan pelarut akuades dan NaOH 2M. Ligan basa Schiff selanjutnya dikarakterisasi dengan UV-Vis, FTIR dan GC-MS. Ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol yang telah terbentuk kemudian direaksikan dengan $ZnCl_2$ agar terbentuk suatu senyawa kompleks dengan metode penggerusan. Senyawa kompleks yang terbentuk dilakukan uji sifat fisik dengan pengamatan berupa warna, bentuk serta titik leleh dengan MPA. Senyawa kompleks Zn-basa Schiff kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis,

FTIR, dan metode Job. Ligan basa Schiff dan senyawa kompleks basa Schiff dilakukan uji lanjutan yaitu uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH.

3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Sintesis ligan basa Schiff dari o-vanillin dan 2-aminotiazol membentuk 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol menggunakan metode penggerusan.
2. Uji sifat fisik senyawa 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol berupa pengamatan bentuk, warna, dan titik leleh menggunakan MPA.
3. Uji sifat kimia senyawa 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol berupa kelarutan dengan akuades dan NaOH 2M.
4. Karakterisasi senyawa 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol menggunakan UV-Vis, FTIR dan GC-MS.
5. Sintesis senyawa kompleks dari logam Zn(II) dengan ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol menggunakan metode penggerusan
6. Uji sifat fisik senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berupa pengamatan bentuk, warna, dan titik leleh menggunakan MPA.
7. Karakterisasi senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) menggunakan UV-Vis, FTIR, dan metode Job
8. Uji aktivitas antioksidan senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) dengan metode DPPH.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Sintesis Ligan Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminotiazol dengan Metode Penggerusan (Imanudin, 2023)

Sebanyak 0.01 mol (3,0972 gram) 2-aminotiazol dan 0.01 mol (4,6107 gram) o-vanilin digerus dengan menggunakan mortar dan alu pada suhu ruang selama 120 menit. Produk yang terbentuk kemudian dikeringkan pada desikator dan ditimbang beratnya hingga konstan. Selanjutnya dilakukan perhitungan rendemen dengan menggunakan persamaan 3.1 dan dilakukan pengamatan secara fisik berupa bentuk dan juga warna.

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

3.5.2 Uji Titik Leleh Ligan Basa Schiff dengan *Melting Point Apparatus* (Imanudin, 2023)

Produk ligan basa Schiff berupa bubuk dimasukkan ke dalam pipa kapiler. Selanjutnya pipa kapiler dan termometer dipasang pada alat MPA. Dinyalakan MPA kemudian diatur suhunya menjadi 20°C/menit. Kemudian diturunkan menjadi 10°C/menit saat suhu telah mencapai 60% dari titik leleh senyawa sesuai teori. Diatur suhu menjadi 1°C/menit pada saat

suhu termometer telah mencapai kurang 15°C dari titik leleh senyawa sesuai teori. Diamati proses pelelehan produk sintesis hingga mencair.

3.5.3 Uji Kelarutan Ligan Basa Schiff (Imanudin, 2023)

Uji sifat kimia ini dilakukan dengan menggunakan pelarut akuades dan NaOH 2M. Produk ligan basa Schiff yang didapatkan masing-masing diambil sebanyak 2 mg dan dimasukkan dalam dua tabung reaksi yang berbeda. Tabung reaksi pertama ditambahkan akuades sebanyak 3 ml dan diamati perubahan yang terjadi, sedangkan tabung reaksi kedua ditambahkan NaOH sebanyak 3 mL kemudian diamati perubahan yang terjadi.

3.5.4 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan UV-Vis (Mumtazah, 2024)

Uji kualitatif ligan basa Schiff dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum senyawa tersebut dengan menggunakan UV-Vis Varian Carry 50. Ligan basa Schiff dilarutkan ke dalam etanol. Larutan yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dianalisis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm.

3.5.5 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan FTIR (Imanudin, 2023)

Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari senyawa ligan basa Schiff yang terbentuk. Instrumen FTIR yang digunakan adalah VARIAN tipe FT 1000. Diambil sejumlah produk basa Schiff kemudian dicampurkan dengan KBr dengan perbandingan 2:98 kemudian digerus menggunakan mortar agate. Campuran yang terbentuk dimasukkan ke dalam wadah silinder kemudian ditekan dan dibentuk pelet. Pelet kemudian diletakkan pada *cell holder* dan dianalisis pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹.

3.5.6 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan GC-MS (Imanudin, 2023)

Karakterisasi dengan menggunakan GC-MS bertujuan untuk menganalisis kemurnian dan ion molekuler dari ligan basa Schiff yang terbentuk. Instrumen GC-MS yang digunakan adanya tipe QP2010S-SHIMADZU. Sebanyak 1 µL produk hasil sintesis dilarutkan ke dalam kloroform dengan konsentrasi 70.000 ppm. Larutan kemudian diinjeksikan pada injector GC-MS dengan kondisi operasionalnya sebagai berikut:

Jenis kolom	: AGILENT J&W VF-5MS
Panjang Kolom	: 30 m
Detektor	: FGCCP 3800 (GC) Saturn (MS)
Oven	: Terprogram 100°C (5 menit) - 310°C (15 menit)
Temperatur injector	: 310°C
Tekanan gas	: 20,8 kPa

Kecepatan aliran : 0,49 mL/menit (konstan)
 gas
 Gas pembawa : Helium
 Pengionan : *Electrom impact* (EI) 70 eV

3.5.7 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan (Mumtazah, 2024)

Sintesis senyawa kompleks dilakukan dengan mencampurkan senyawa garam ZnCl_2 dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dengan perbandingan 1:2. Sebanyak 0,46858 gram (2mmol) ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan 0,1391 gram (1mmol) ZnCl_2 dimasukkan ke dalam mortar kemudian digerus menggunakan alu selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya produk sintesis dilarutkan menggunakan etanol kemudian dikeringkan. Produk sintesis kompleks basa Schiff-Zn(II) kemudian diuji sifat fisiknya berupa bentuk, warna serta titik leleh dengan MPA dan dilakukan pengujian sifat kimianya dengan menimbang 2 mg senyawa kompleks kemudian dilarutkan menggunakan pelarut etanol, methanol, kloroform, NaOH 2M dan DMF.

3.5.8 Karakterisasi Senyawa Kompleks Hasil Sintesis

3.5.7.1 Karakterisasi Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) Menggunakan UV-Vis (Mumtazah, 2024)

Uji kualitatif senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum senyawa tersebut dengan menggunakan UV-Vis Varian Carry 50. Senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) dilarutkan ke dalam etanol. Larutan yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dianalisis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm.

3.5.7.2 Karakterisasi Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) Menggunakan FTIR (Mumtazah, 2024)

Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) yang terbentuk. Instrumen FTIR yang digunakan adalah VARIAN tipe FT 1000. Diambil sejumlah produk kompleks basa Schiff-Zn(II) kemudian dicampurkan dengan KBr dengan perbandingan 2:98 kemudian digerus menggunakan mortar agate. Campuran yang terbentuk dimasukkan ke dalam wadah silinder kemudian ditekan dan dibentuk pelet. Pelet kemudian diletakkan pada *cell holder* dan dianalisis pada rentang bilangan gelombang $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$

3.5.7.3 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam Senyawa Kompleks Basa Schiff dengan Metode Job (Mumtazah, 2024)

Metode Job merupakan metode uji kuantitatif yang digunakan untuk menentukan perbandingan mol antara ligan dengan logam pada suatu kompleks basa Schiff dimana dilakukan dengan memvariasikan volume logam dan ligan pada konsentrasi yang sama. Dibuat larutan induk logam ZnCl_2 0,0005 M dengan melarutkan sebanyak 0,0070 g pada etanol hingga mencapai tanda batas labu ukur 100 ml. Kemudian dibuat larutan induk ligan 0,0005 M dengan melarutkan ligan basa Schiff sebanyak 0,0121 g pada etanol hingga mencapai tanda batas labu ukur 100 ml. Selanjutnya, kedua larutan induk tersebut dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi sesuai variasi volume pada Tabel 3.1. Tabung 2-11 divortex selama 2 menit kemudian diuji dengan spektrofotometer UV-Vis Varian Carry 50 pada panjang gelombang maksimum senyawa kompleks. Hasil Analisa kemudian dibuat kurva dan garis singgung antara fraksi mol ligan dengan absorbansi:

Tabel 3. 1 Variasi volume logam dan pelarut

Tabung reaksi	ZnCl_2 (ml) 0,0005 M	Pelarut
1	9	1
2	8	2
3	7	3
4	6	4
5	5	5
6	4	6
7	3	7
8	2	8

Tabel 3. 2 Variasi volume ligan dan pelarut

Tabung reaksi	Ligan (ml) 0,0005 M	Pelarut
1	1	9
2	2	8
3	3	7
4	4	6
5	5	5
6	6	4
7	7	3
8	8	2

3.5.9 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff (Nadhiroh, 2020)

3.5.8.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Dibuat larutan kontrol 0 ppm dengan memasukan etanol p.a sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL DPPH 0,2 mM. Ditutup tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 30 menit. Diukur absorbansi larutan kontrol dengan UV-Vis untuk mendapatkan panjang gelombang maksimum.

3.5.8.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff

Dibuat larutan kontrol 0 ppm dengan memasukan etanol p.a sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL DPPH 0,2 mM. Ditutup tabung reaksi kemudian diinkubasi selama 30 menit. Diukur absorbansi larutan kontrol dengan UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diukur sebelumnya.

Dibuat larutan stok untuk senyawa basa Schiff dengan konsentrasi 500 ppm. Ditimbang senyawa ligan sebanyak 12,5 mg kemudian dilarutkan pada etanol 25 ml. Diencerkan larutan dengan variasi konsentrasi 12,5; 50; 100; 200 dan 500 ppm dengan dimasukkan masing-masing larutan senyawa sebanyak 3 ml ke dalam tabung reaksi dengan konsentrasi berbeda. Ditambahkan larutan DPPH 0,02 mM sebanyak 1 mL kepada masing-masing tabung berisi larutan ligan. Ditutup tabung reaksi kemudian divortex selama 20 detik dan diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya diukur absorbansi larutan dengan UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui sebelumnya.

Selanjutnya dibuat larutan stok untuk senyawa kompleks Zn(II)-basa Schiff dengan konsentrasi 700 ppm. Ditimbang senyawa kompleks sebanyak 35 mg kemudian dilarutkan pada etanol 50 ml. Diencerkan larutan dengan variasi konsentrasi 200, 300, 400, 500, dan 600 ppm dengan dimasukkan masing-masing larutan senyawa sebanyak 3 ml ke dalam tabung reaksi dengan konsentrasi berbeda. Ditambahkan larutan DPPH 0,02 mM sebanyak 1 mL kepada masing-masing tabung berisi larutan kompleks. Ditutup tabung reaksi kemudian divortex selama 20 detik dan diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya diukur absorbansi larutan dengan UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diketahui sebelumnya.

Data absorbansi yang didapatkan selanjutnya dihitung nilai persen aktivitas antioksidannya dengan persamaan 3.2 berikut:

$$\text{Aktivitas antioksidan} = \frac{\text{abs kontrol} - \text{absDPPH} \text{isapada sampel}}{\text{absorbansikontrol}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Ditentukan aktivitas antioksidan senyawa pembanding berupa asam askorbat dengan perlakuan di atas. % Aktivitas antioksidan tersebut dapat digunakan untuk menentukan nilai IC_{50} . Proses penentuan nilai IC_{50} dilakukan menggunakan aplikasi *GraphPad* dengan membuat kurva regresi non linear dimana sumbu X-nya berupa nilai log-konsentrasi (ppm) dan sumbu Y-nya berupa nilai aktivitas antioksidan.

3.6 Analisis Data

Adapun analisis data yang didapatkan dalam penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Karakterisasi FTIR dilakukan pada bilangan gelombang $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ dan didapatkan berupa adanya serapan khas gugus imina yang menunjukkan ligan basa Schiff terbentuk dan adanya serapan khas ion logam Zn-O serta Zn-N untuk menunjukkan kompleks basa Schiff terbentuk.

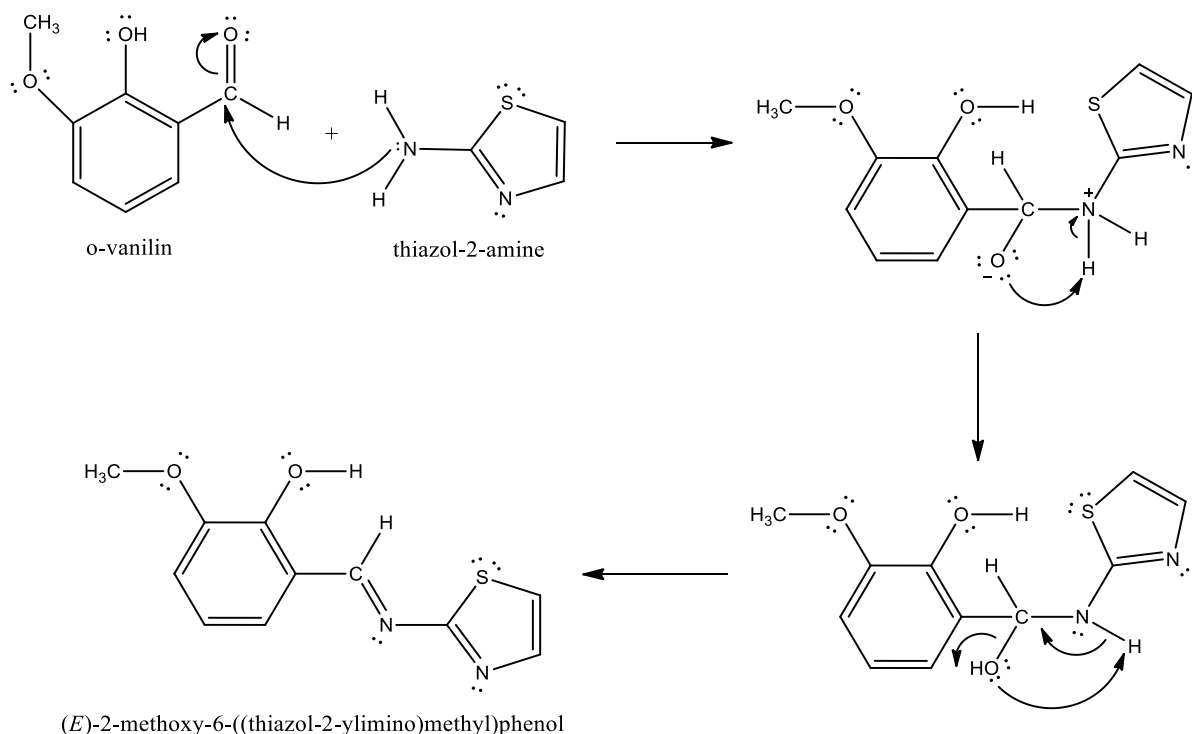
2. Karakterisasi dengan GC yang didapatkan berupa kemurnian produk sintesis yang ditunjukkan oleh persen intensitas puncak. Sedangkan karakterisasi dengan MS yang didapatkan berupa ion molekuler yang m/z -nya setara dengan berat molekul dari ligan basa Schiff.
3. Uji kualitatif dengan UV-Vis dilakukan pada wilayah ultraviolet yaitu pada rentang panjang gelombang 100-400 nm dan wilayah *visible* (sinar tampak) pada rentang panjang gelombang 400-780 nm. Uji kualitatif dengan UV-Vis dilakukan untuk menentukan panjang gelombang maksimum produk sintesis serta adanya serapan pada panjang gelombang daerah ultraviolet dengan transisi $\pi - \pi^*$ dan $n - \pi^*$, dan serapan daerah *visible* yang menunjukkan adanya interaksi antara logam dan ligan dengan transisi $d - d$.
4. Uji kuantitatif dilakukan menggunakan metode Job dengan membuat grafik antara fraksi mol (sumbu x) dan absorbansi terkoreksi (sumbu y) untuk menunjukkan perbandingan mol logam dan ligan pada senyawa kompleks
5. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menentukan panjang gelombang maksimum DPPH dan data absorbansi senyawa basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II) untuk menentukan nilai IC_{50} dengan membuat grafik antara log konsentrasi (sumbu x) dan %inhibisi (sumbu y).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

Proses sintesis ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dilakukan dengan menggunakan metode penggerusan karena memiliki keunggulan diantaranya ramah lingkungan karena dapat mengurangi efek samping dari bahan kimia, sederhana, efisiensi waktu dan energi, serta dapat meningkatkan nilai rendemen produk (Dipahayu & Permatasari, 2019; Meena *et al.*, 2023). Proses penggerusan melibatkan gesekan-gesekan antara senyawa dengan mortar alu yang mengakibatkan adanya konversi energi kinetik menjadi energi panas. Energi kinetik akan memberikan efek pemanasan, pengurangan ukuran partikel serta peningkatan luas permukaan sehingga molekul-molekul dapat dengan mudah bertumbukan dan menghasilkan produk baru. Pembentukan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol melibatkan proses tumbukan antara molekul o-vanilin dan 2-aminotiazol. Gugus fungsi NH_2 pada senyawa 2-aminotiazol bersifat nukleofilik dimana memiliki kecenderungan untuk menyerang gugus $\text{C}=\text{O}$ pada senyawa o-vanilin yang bersifat elektrofilik sehingga keduanya berikatan dan membentuk gugus fungsi baru yaitu $\text{C}=\text{N}$ yang merupakan gugus fungsi khas dari basa Schiff (Imanudin, 2023). Mekanisme pembentukan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dijelaskan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol

Produk sintesis yang dihasilkan dilakukan uji sifat fisik meliputi bentuk, warna serta titik leleh. Berdasarkan pengamatan, ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

dengan nilai rendemen sebesar 98% berbentuk padatan berwarna kuning dimana warna tersebut berbeda dengan reaktan yaitu berwarna kuning cerah untuk o-vanilin dan coklat untuk 2-aminotiazol. Adanya perbedaan karakteristik fisik antara produk hasil reaksi dengan reaktan maka mengindikasikan bahwa produk berhasil terbentuk. Hasil uji titik leleh ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol berada pada rentang 108-111°C. Hasil tersebut berbeda dengan titik leleh dari reaktan yaitu 44-45°C untuk o-vanilin dan 86-89°C untuk 2-aminotiazol. Hasil pengamatan fisik ditunjukkan pada Tabel 4.1.

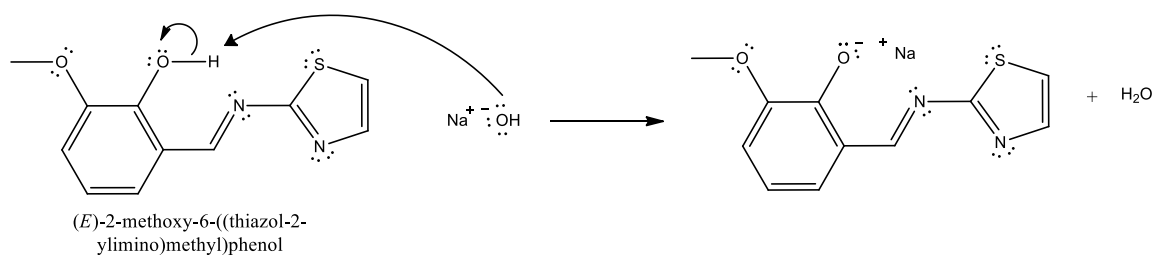
Tabel 4. 1 Hasil pengamatan sifat fisik ligan basa Schiff

Pengamatan	o-vanilin	2-aminotiazol	Ligan basa Schiff
Wujud	Padatan	Padatan	Padatan
Warna	Kuning cerah	Coklat	Kuning
			
Titik Lebur	44-45°C	86-89°C	108-111°C

Sani *et al.* (2022) yang melaksanakan penelitian terkait sintesis senyawa basa Schiff dari 2-hidroksi-3-metoksibenzaldehida dan o-fenilendiamina menggunakan metode penggerusan selama 30 menit dengan dibantu sedikit pelarut. Hasil penelitian didapatkan, senyawa basa Schiff berbentuk padatan berwarna oranye dengan titik leleh sebesar 158°C dan rendemen sebesar 90.7%. Hasil tersebut menunjukkan senyawa basa Schiff telah terbentuk.

4.2 Uji Sifat Kimia Produk Sintesis Ligan Basa Schiff

Uji sifat kimia dilakukan untuk memastikan terbentuknya ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol. Uji sifat kimia ini didasarkan atas teori asam basa Bronstead-Lowry. Ligan basa Schiff memiliki struktur intifenolik yang bersifat asam lemah, sehingga untuk mendeteksi pembentukannya memerlukan senyawa yang bersifat basa yaitu NaOH. Ligan basa Schiff yang memiliki gugus ^-OH fenolat bertindak sebagai pendonor proton dimana akan memberikan ion H^+ kepada ^-OH dari NaOH sehingga akan membentuk H_2O dan ion Na^+ yang akan menggantikan ion H^+ . Reaksi tersebut akan menghasilkan suatu garam fenolat yang larut dengan air. Hasil uji tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Imanudin (2023). Mekanisme reaksi antara ligan basa Schiff dengan NaOH ditunjukkan pada Gambar 4.2.

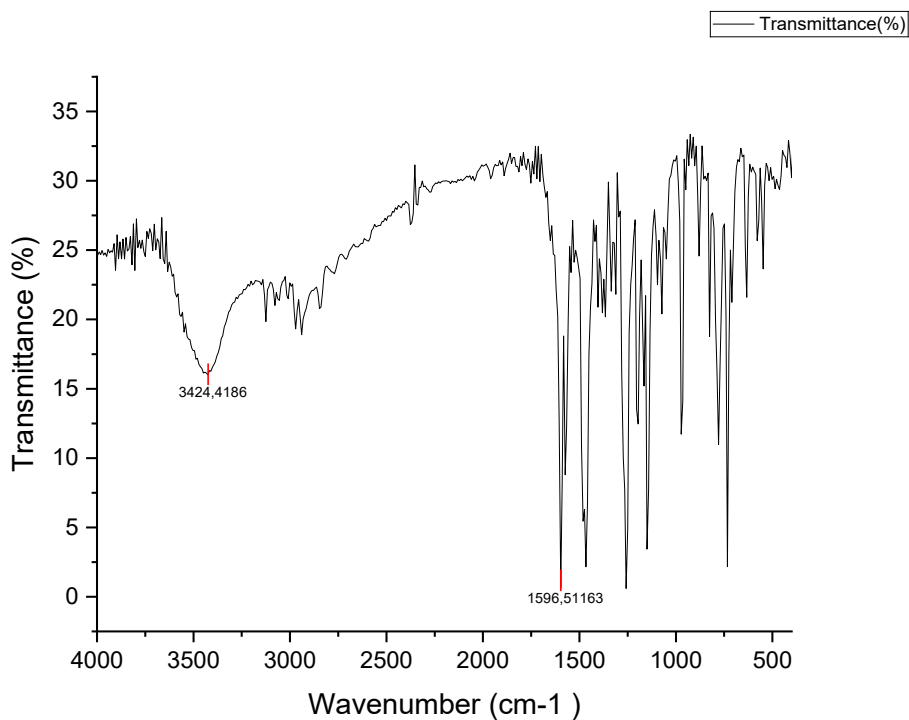


Gambar 4. 2 Mekanisme reaksi ligan basa Schiff dengan NaOH

Proses pengujian sifat kimia dilakukan dengan melarutkan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol pada NaOH 2M dan aquades sebagai pembanding. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan ligan basa Schiff larut sempurna dalam NaOH, yang dibuktikan dengan berubahnya warna larutan menjadi kuning dan tidak larut dalam aquades yang dibuktikan dengan tidak berubahnya warna larutan dan terdapat endapan. Larutnya ligan basa Schiff dalam NaOH menunjukkan adanya garam fenolat yang membuktikan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol telah terbentuk.

4.3 Karakterisasi Produk SintesisLigan Basa Schiff Menggunakan FTIR

Proses karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk menentukan gugus fungsi yang terdapat dalam suatu produk sintesis yaitu ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol. Penentuan gugus fungsi pada FTIR dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} karena serapan gugus fungsi lebih banyak terdeteksi pada bilangan gelombang tersebut. Spektra IR hasil karakterisasi ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Spektra FTIR produk sintesis ligan basa Schiff

Berdasarkan hasil spektra, terdapat dua serapan gugus imina (C=N) yaitu pada bilangan gelombang 1597 cm^{-1} untuk C=N *stretching* nonaromatik dan 1573 cm^{-1} untuk C=N *stretching* aromatik, gugus O-H *stretching* muncul pada bilangan gelombang 3425 cm^{-1} , gugus $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ *stretching* alifatik simetris muncul pada bilangan gelombang 2846 cm^{-1} serta gugus fungsi $\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$ *stretching* aromatik muncul pada bilangan gelombang 3078 cm^{-1} . Data bilangan gelombang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data interpretasi spektra IR ligan basa Schiff

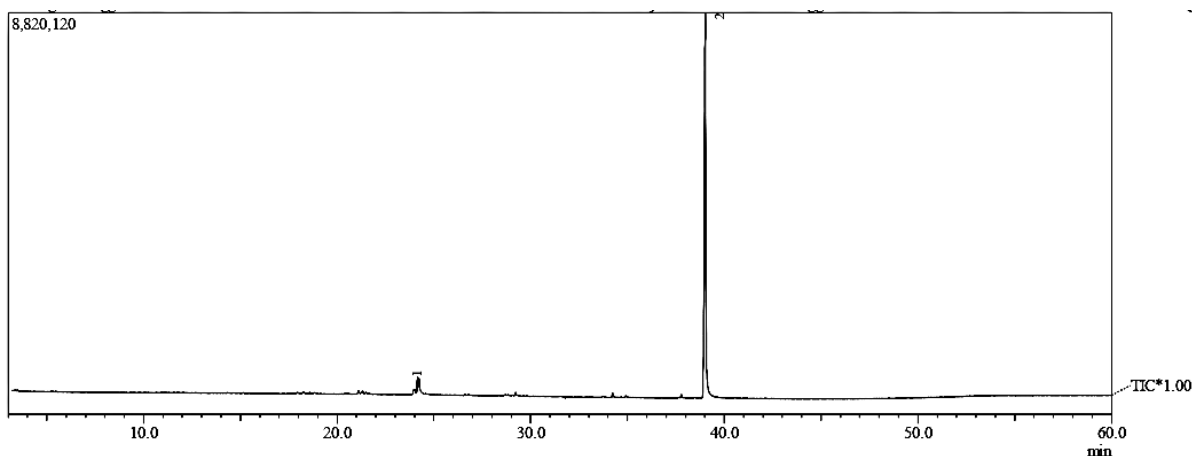
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang	
	Produk Sintesis (cm^{-1})	Referensi (cm^{-1})
O-H <i>stretching</i>	3425,58	3600-3200 ^a
$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$ <i>stretching</i> aromatik	3078,39	3100-3000 ^b
$\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ simetrik alifatik	2846,39	3000-2800 ^b
C=N <i>stretching</i> nonaromatik	1597,06	1660-1550 ^c
C=N <i>stretching</i> aromatik	1573,91	1660-1480 ^b
C=C <i>stretching</i> aromatik	1465,90	1600-1450 ^b
C-O-C <i>stretching</i> asimetrik	1257,59	1310-1020 ^b
C-O <i>stretching</i>	1196,87	1300-1050 ^a
$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$ <i>bending</i> aromatik	879,54	900-690 ^a

a = Skoog *et al.*, 2017; b = Socrates, 2004; c = Pavia *et al.*, 2008

Tabel 4.2 menunjukkan adanya gugus khas dari ligan basa Schiff berupa C=N yang menjelaskan bahwa ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol telah terbentuk. Pada spektra produk sintesis ligan basa Schiff tidak ditemukannya gugus fungsi karbonil (C=O) yang merupakan gugus khas dari o-vanilin serta tidak adanya gugus fungsi amina (N-H) yang merupakan gugus khas dari 2-aminotiazol. Gugus fungsi C=O umumnya berada pada bilangan gelombang 1700-1660 cm^{-1} sedangkan gugus fungsi N-H umumnya berada pada bilangan gelombang 3100-3500 cm^{-1} (Socrates, 2004). Tidak adanya serapan gugus khas dari kedua reaktan mendukung dugaan terbentuknya senyawa target ligan basa Schiff.

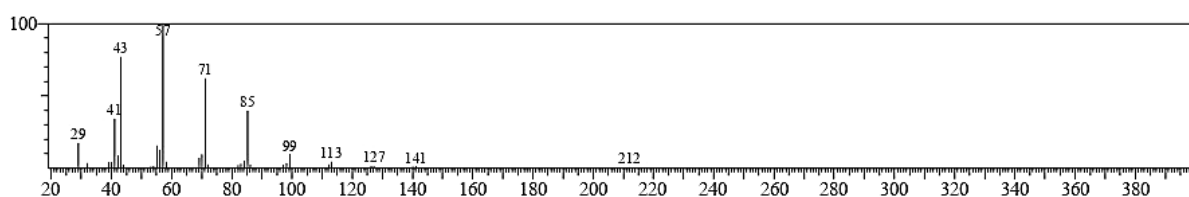
4.4 Karakterisasi Produk Sintesis Menggunakan GC-MS

Senyawa target berupa ligan basa Schiff dapat diketahui dengan karakterisasi menggunakan GC-MS. Karakterisasi GC-MS dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kemurnian, mengidentifikasi adanya kontaminan, pola fragmentasi serta menentukan berat molekul senyawa target sehingga dapat diketahui kemungkinan struktur yang terbentuk dilihat dari munculnya puncak dasar (*base peak*). Puncak dasar (*base peak*) merupakan puncak tertinggi yang mana menunjukkan ion dari pola fragmentasi paling stabil dan memiliki intensitas paling tinggi. GC digunakan untuk memisahkan senyawa produk serta menentukan kemurnian sedangkan MS digunakan untuk menentukan masa molekul. Hasil karakterisasi senyawa target dengan GC dapat dilihat pada Gambar 4.4.

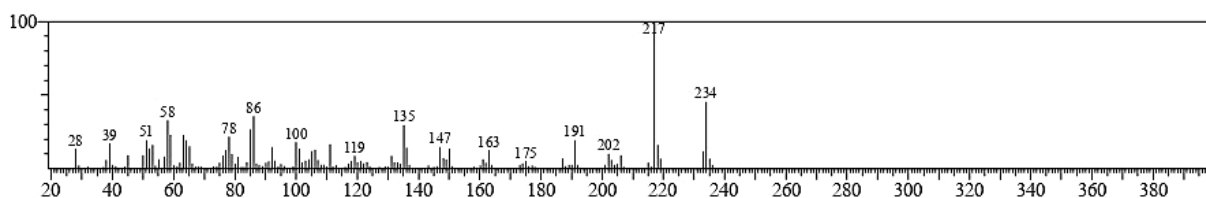


Gambar 4. 4 Hasil spektra GC ligan basa Schiff

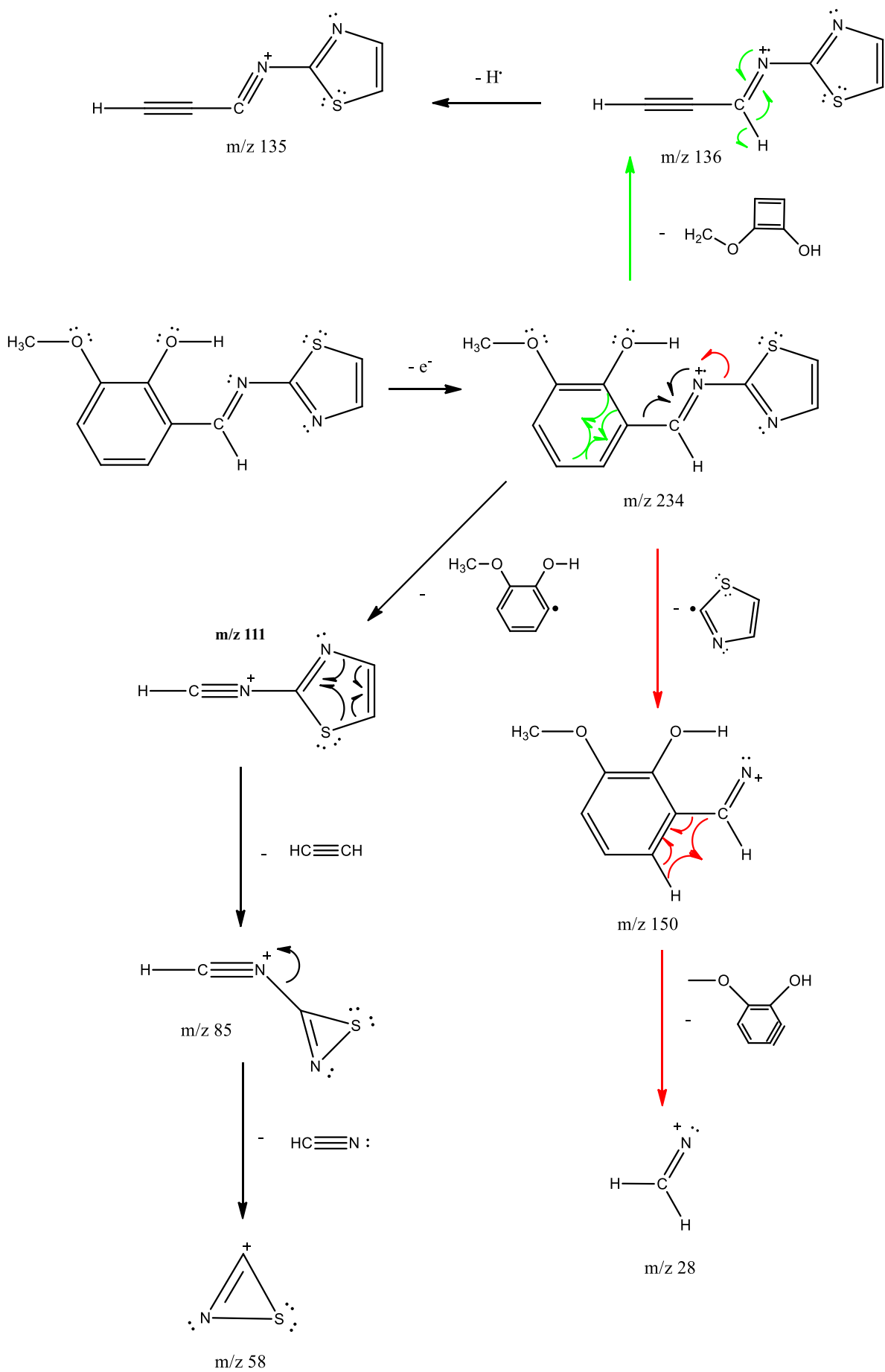
Berdasarkan hasil kromatogram GC, didapatkan dua puncak yang menunjukkan adanya dua komponen senyawa yang terpisah dari produk sintesis. Puncak pertama memiliki waktu retensi 24,157 menit dengan %Area sebesar 2,37%, sedangkan puncak kedua memiliki waktu retensi 39,016 menit dengan %Area sebesar 97,63%. Puncak pertama diduga pengotor sedangkan puncak kedua diduga senyawa target ligan basa Schiff. Dugaan tersebut didasarkan atas hasil MS dimana puncak pertama memiliki ion molekul m/z sebesar 212 yang tidak sesuai dengan massa molekul reaktan. Sedangkan puncak kedua menunjukkan ion molekul m/z sebesar 234 yang sesuai dengan massa molekul yang diinginkan dari senyawa target, sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa target ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil) fenol telah berhasil terbentuk. Pada spektra MS puncak kedua, nilai puncak dasar (*base peak*) ditunjukkan pada m/z 217 dimana nilai tersebut didapatkan pada saat ligan melepaskan ion $-OH$. Hasil spektra massa dan pola fragmentasi senyawa target dapat dilihat pada Gambar 4.5-4.9.



Gambar 4. 5 Hasil spektra MS ligan basa Schiff puncak pertama

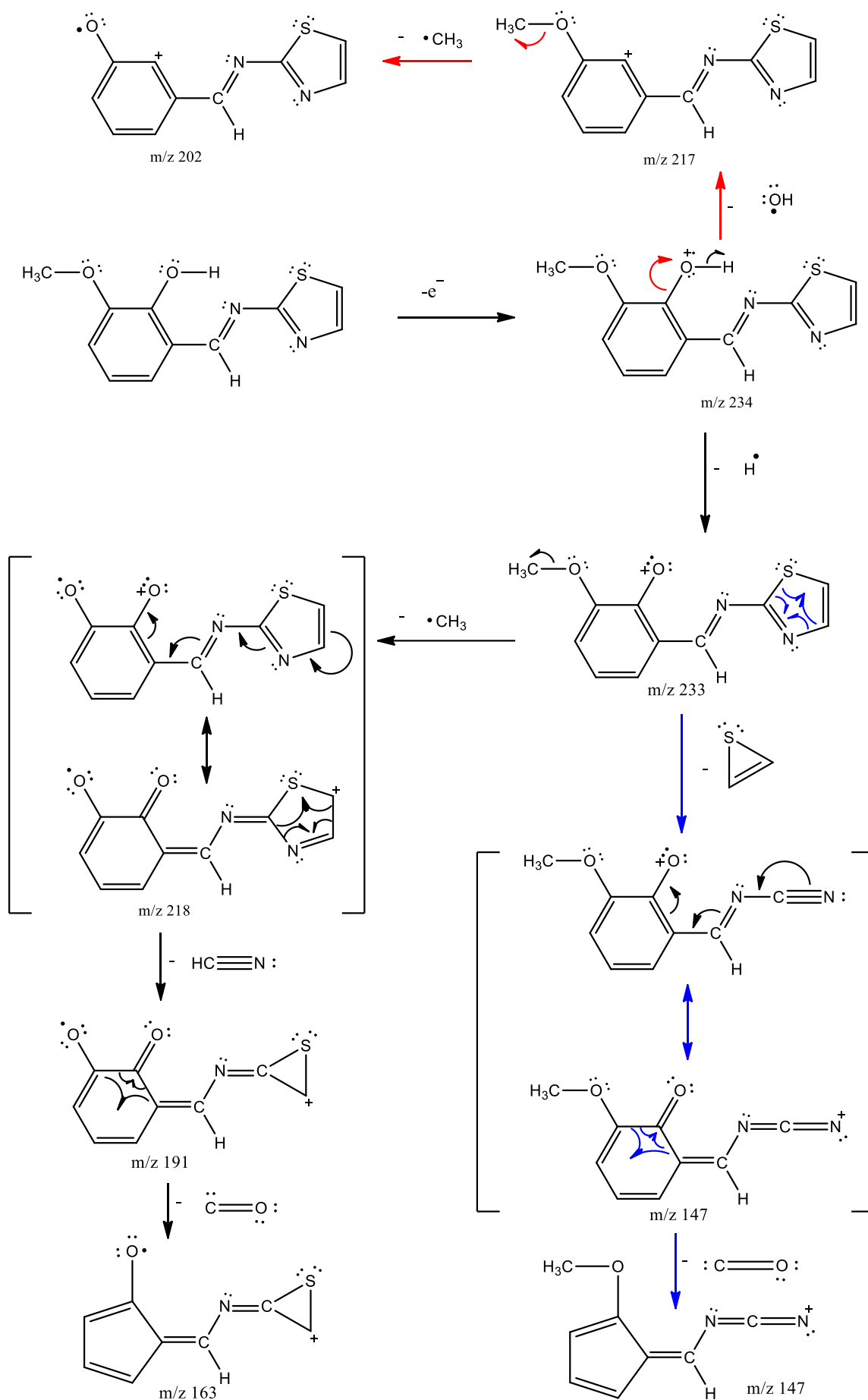


Gambar 4. 6 Hasil spektra MS ligan basa Schiff puncak kedua



Gambar 4. 7 Pola fragmentasi ke-1 puncak kedua

Gambar 4. 8 Pola fragmentasi ke-2 puncak kedua



Gambar 4. 9 Pola fragmentasi ke-3 puncak kedua

4.5 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

Sintesis senyawa kompleks Zn(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dilakukan menggunakan metode penggerusan yang merupakan salah satu bentuk metode sintesis hijau. Senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) disintesis dengan perbandingan antara logam dan ligan 1:2. Proses penggerusan dilakukan selama 30 menit pada suhu ruang. Gesekan antara molekul ligan dan logam dengan mortar alu mengakibatkan adanya konversi energi mekanik menjadi energi panas sehingga mendorong adanya tumbukan antara logam dan ligan membentuk senyawa kompleks. Proses pengompleksan melibatkan hukum asam-basa Lewis, dimana ligan berlaku sebagai basa Lewis yang mendonorkan elektron bebasnya sedangkan logam berlaku sebagai asam Lewis yang menerima elektron dari ligan. Hasil pengamatan sifat fisik senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Perbandingan hasil sifat fisik reaktan dan senyawa kompleks

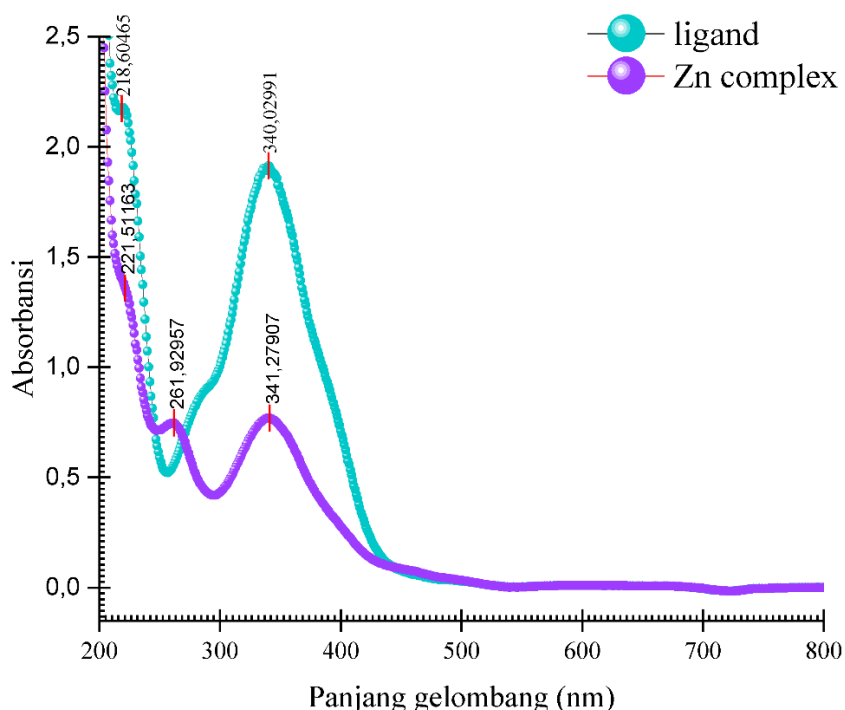
Pengamatan	Ligan basa Schiff	Logam ZnCl ₂	Kompleks Basa Schiff-Zn(II)
Wujud	Padatan Kuning	Padatan Putih	Padatan Oranye
Warna			
Titik Lebur Kalarutan	108-111°C Larut sempurna dalam NaOH, kloroform, etanol, metanol, dan DMF	283-290°C Tidak larut sempurna dalam NaOH dan kloroform. Larut sempurna dalam etanol, metanol, dan DMF	>174°C Larut sempurna dalam NaOH, larut sedikit endapan dengan kloroform dan etanol, serta larut sempurna dalam metanol dan DMF.

Tabel 4.3 menunjukkan perbandingan sifat fisik dari reaktan dengan senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) meliputi warna, serta titik leleh. Pengamatan warna yang diperoleh adalah senyawa senyawa kompleks berwarna oranye dimana warna tersebut berbeda dengan warna dari reaktan berupa ligan yaitu kuning dan logam yaitu putih. Berdasarkan pengamatan melalui uji titik leleh, senyawa kompleks memiliki titik leleh sebesar >174°C yang juga berbeda dengan titik leleh reaktan berupa ligan sebesar 108-111°C dan logam ZnCl₂ sebesar 283-290°C (B. Li et al., 2020). Perbedaan-perbedaan antara reaktan dan senyawa kompleks tersebut menunjukkan bahwa senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) telah berhasil terbentuk.

4.6 Karakterisasi Senyawa Kompleks Hasil Sintesis

4.6.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-Vis

Proses karakterisasi produk hasil sintesis dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Tujuan dilakukannya karakterisasi dengan UV-Vis adalah untuk menentukan pergeseran panjang gelombang dari senyawa yang terbentuk yaitu ligan dan kompleks. Proses karakterisasi dilakukan dengan melarutkan masing-masing produk sintesis ke dalam etanol dan dilakukan pengujian pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Hasil yang diberikan oleh spektrofotometer UV-Vis setelah pengujian adalah nilai absorbansi dan panjang gelombang maksimum (λ maks). Hasil karakterisasi produk sintesis ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Hasil karakterisasi produk sintesis dengan UV-Vis

Berdasarkan Gambar 4.10 didapatkan panjang gelombang maksimum yang mirip antara ligan dan kompleks namun mengalami pergeseran batokromik (pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih besar). Côrte-Real *et al.* (2023) telah menganalisis senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan didapatkan senyawa kompleks mengalami pergeseran batokromik dari ligan basa Schiff. Hasil interpretasi spektra UV-Vis ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil interpretasi spektra UV-Vis produk sintesis

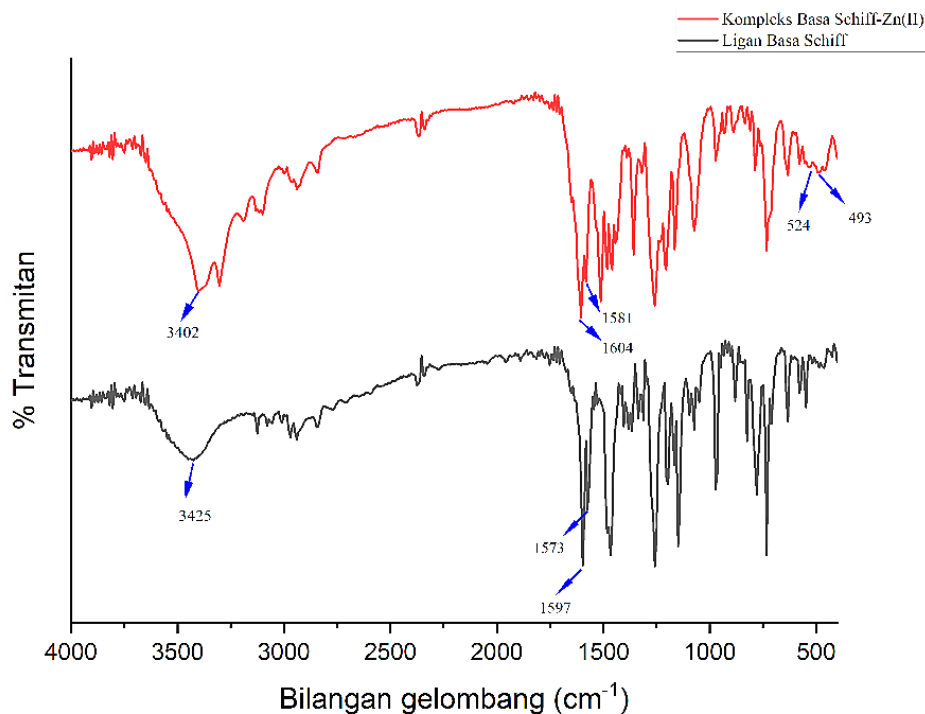
Senyawa	λ_{maks} (nm)		
	$\pi \rightarrow \pi^*$	LMCT	$n \rightarrow \pi^*$
Senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II)	221	261	341
Ligan basa Schiff	218	-	340

Tabel 4.4 menunjukkan pada ligan basa Schiff terdapat dua puncak maksimum terukur yaitu pada panjang gelombang 218 nm untuk transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dan 340 nm untuk transisi $n \rightarrow \pi^*$. Transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ merupakan transisi yang berasal dari kromofor cincin aromatic ikatan C=C. sedangkan transisi $n \rightarrow \pi^*$ merupakan transisi yang berasal dari kromofor gugus azometin ikatan C=N (Côte-Real *et al.*, 2023). Hasil karakterisasi UV-Vis dari kompleks basa Schiff-Zn(II) menunjukkan adanya pergeseran panjang gelombang ligan dari 340 nm menjadi 341 nm pada transisi $n \rightarrow \pi^*$ serta adanya pergeseran gelombang ligan dari 218 nm menjadi 221 nm pada transisi $\pi \rightarrow \pi^*$. Pergeseran tersebut menunjukkan pergeseran batokromik yaitu pergeseran kearah panjang gelombang yang lebih tinggi yang dikarenakan adanya ikatan koordinasi antara ligan dan logam pada gugus azometin (Côte-Real *et al.*, 2023). Transisi lain juga ditemukan pada senyawa kompleks yaitu transisi LMCT (*Logam Metal Change Transfer*) sebesar 261 nm akibat adanya transfer elektron dari orbital ligan ke orbital logam (Ejidike & Ajibade, 2017). Umumnya pergeseran LMCT berada pada panjang gelombang *ultraviolet* (UV) dengan intensitas tinggi. Berdasarkan literatur, pada saat ligan memiliki pasangan elektron bebas dengan energi yang relatif tinggi dan logam dengan bilangan oksidasi tinggi maka transisi LMCT berada pada daerah tampak (*visible*) (Atkins, 2010). Logam Zn(II) merupakan logam dengan biloks rendah, dengan demikian transisi LMCT berada pada panjang gelombang daerah *ultraviolet* (UV). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ejidike & Ajibade (2017) yang mengkarakterisasi senyawa kompleks basa Schiff Zn(II)-4,4'- {ethane-1,2- diylbis [nitrile (1E)eth-1-yl-1-ylidene]] dibenzene-1,3- diol) menggunakan spektrofotometer UV-Vis didapatkan pergeseran panjang gelombang pada transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ sebesar 285 dan 314 nm, transisi $n \rightarrow \pi^*$ sebesar 381 nm dan transisi LMCT sebesar 444 nm.

Ion Zn^{2+} merupakan ion diamagnetik dimana seluruh orbitalnya terisi penuh. Hal ini menyebabkan senyawa kompleks-Zn(II) tidak memiliki serapan pada transisi d-d. Transisi d-d umumnya terjadi pada ion dengan orbital yang tidak terisi penuh karena elektron akan mudah berpindah (mengalami eksitasi) dari satu orbital dengan energi yang rendah ke orbital lain dengan energi lebih tinggi dalam suatu senyawa kompleks (Maulidia *et al.*, 2023). Adanya pergeseran panjang gelombang antara ligan dan kompleks maka mengindikasikan terbentuknya senyawa kompleks

4.6.2 Karakterisasi senyawa menggunakan FTIR

Proses karakterisasi produk sintesis kompleks basa Schiff-Zn(II) dilakukan dengan menggunakan FTIR. Tujuan karakterisasi FTIR adalah untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari senyawa target. Proses identifikasi dilakukan pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} . Hasil karakterisasi kompleks basa Schiff-Zn(II) dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Spektra IR ligan basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II)

Berdasarkan spektra IR pada Gambar 4.11 didapatkan antara ligan dan kompleks memiliki serapan yang tidak berbeda secara signifikan. Pada spektra, ditunjukkan serapan gugus imina ($C=N$) non-aromatik pada ligan basa Schiff adalah sebesar 1597 cm^{-1} , sedangkan pada kompleks basa Schiff-Zn(II) adalah sebesar 1604 cm^{-1} . Selain itu, didapatkan pergeseran bilangan gelombang gugus azometine ($C=N$) aromatik dari $1573,91\text{ cm}^{-1}$ pada ligan menjadi $1581,63\text{ cm}^{-1}$ pada senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II). Serapan gugus imina tersebut menunjukkan bahwa terjadi pergeseran bilangan gelombang ke arah bilangan gelombang yang lebih besar. Pergeseran bilangan gelombang ini menunjukkan bahwa telah terjadi ikatan koordinasi antara pasangan elektron bebas (PEB) dari nitrogen pada gugus azometin dengan pusat logam (Sani *et al.*, 2022). Logam dan ligan yang saling berkoordinasi mengakibatkan adanya ikatan balik sehingga ikatan menjadi pendek dan kaku yang dapat membatasi gerakan vibrasi. Oleh karena itu, dibutuhkan energi yang cukup tinggi untuk bervibrasi akibatnya bilangan gelombang akan meningkat (Kusumawati *et al.*, 2022). Proses kompleksasi antara ligan dengan logam juga ditandai dengan munculnya serapan Zn-N dan Zn-O, dimana berdasarkan hasil spektra didapatkan bilangan gelombang berturut-turut adalah $524,64$ dan $493,78\text{ cm}^{-1}$. Serapan lain juga teramati pada spektra IR yaitu serapan gugus O-H fenolik yang mengalami pergeseran bilangan gelombang ke arah bilangan gelombang yang lebih pendek. Berdasarkan hasil, serapan gugus O-H pada ligan sebesar 3425 cm^{-1} sedangkan pada kompleks sebesar 3402 cm^{-1} . Hasil interpretasi spektra IR ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil interpretasi spektra IR ligan dan kompleks

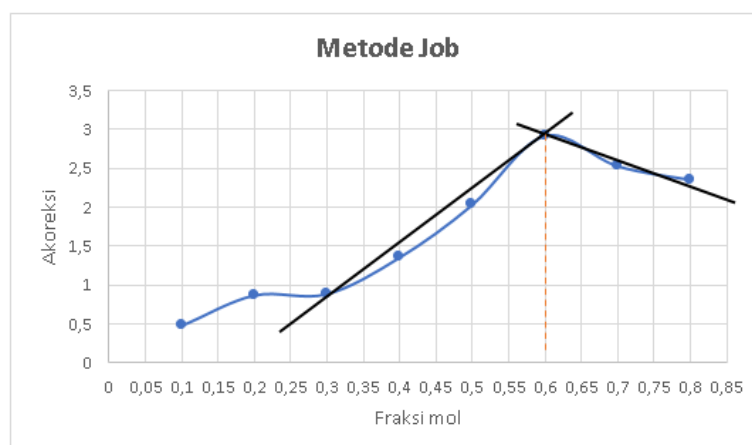
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang		Referensi (cm ⁻¹)
	Ligan Basa Schiff (cm ⁻¹)	Kompleks basa Schiff-Zn(II) (cm ⁻¹)	
O-H <i>stretching</i>	3425,58	3402,43	3600-3200 ^a
C _{sp} ² -H <i>stretching</i> aromatik	3078,39	3101,54	3100-3000 ^b
C _{sp} ³ -H simetrik alifatik	2846,39	2839,22	3000-2800 ^b
C=N <i>stretching</i> nonaromatik	1597,06	1604,77	1660-1550 ^d
C=N <i>stretching</i> aromatik	1578,91	1581,63	1660-1480 ^b
C=C <i>stretching</i> aromatik	1465,90	1512,19	1600-1450 ^b
C-O-C <i>stretching</i> asimetrik	1257,59	1257,59	1310-1020 ^b
C-O <i>stretching</i>	1196,87	1203,58	1300-1050 ^a
C _{sp} ² -H <i>bending</i> aromatik	879,54	887,26	900-690 ^a
Zn-N	-	524,64	550-380 ^b
Zn-O	-	493,78	450-350 ^b

a = Skoog *et al.*, 2017; b = Socrates, 2004; c = Silverstein *et al.*, 2014; d = Pavia *et al.*, 2008

Ejidike & Ajibade (2017) dimana melakukan pengujian karakterisasi FTIR terhadap senyawa kompleks Zn(II)-4,4'-{ethane-1,2- diylbis[nitrilo(1E)eth-1-yl-1-ylidene]}dibenzene-1,3-diol), didapatkan adanya serapan C=N sebesar 1616 cm⁻¹ sedangkan kompleksnya sebesar 1617 cm⁻¹. Selain itu, didapatkan senyawa kompleks juga memiliki serapan Zn-N sebesar 536 cm⁻¹ dan serapan Zn-O sebesar 437 cm⁻¹. Adanya pergeseran bilangan gelombang pada gugus C=N dan munculnya gugus Zn-N dan Zn-O menunjukkan bahwa senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berhasil terbentuk.

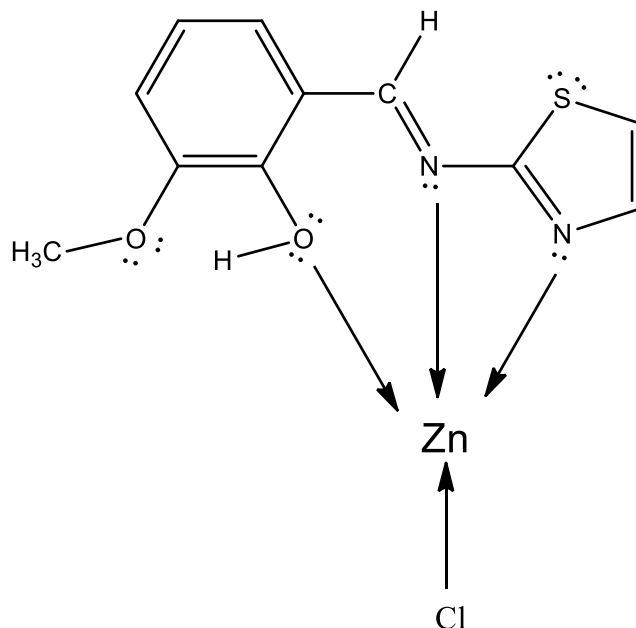
4.6.3 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam Menggunakan Metode Job

Proses penentuan perbandingan antara mol ligan dan logam dalam senyawa kompleks dapat dilakukan melalui uji kuantitatif berdasarkan metode Job. Proses pengujian dilakukan dengan membuat larutan logam dan ligan dengan konsentrasi yang sama kemudian masing-masing divariasi volume menggunakan pelarut yang sesuai dan diuji absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil yang didapatkan selanjutnya diplotkan pada Microsoft Excel dengan sumbu X adalah fraksi mol ligan (X_L) dan sumbu Y adalah absorbansi terkoreksi (A_{koreksi}). Plot metode Job dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Hasil plot metode Job

Berdasarkan Gambar 4.12 antara fraksi mol ligan dan absorbansi terkoreksi dibuat garis singgung untuk menentukan titik potong dimana titik potong tersebut menjelaskan nilai fraksi mol pada saat senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) terbentuk. Hasil yang didapatkan dari analisis plot metode Job adalah senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) memiliki perbandingan logam dan ligan 1:1 dengan nilai titik potong fraksi mol ligan sebesar 0,60. Perbandingan tersebut menjelaskan bahwa 1 logam Zn(II) dapat berkoordinasi dengan 1 ligan basa Schiff. Kemungkinan struktur senyawa kompleks yang terbentuk ditunjukkan pada Gambar 4.13.



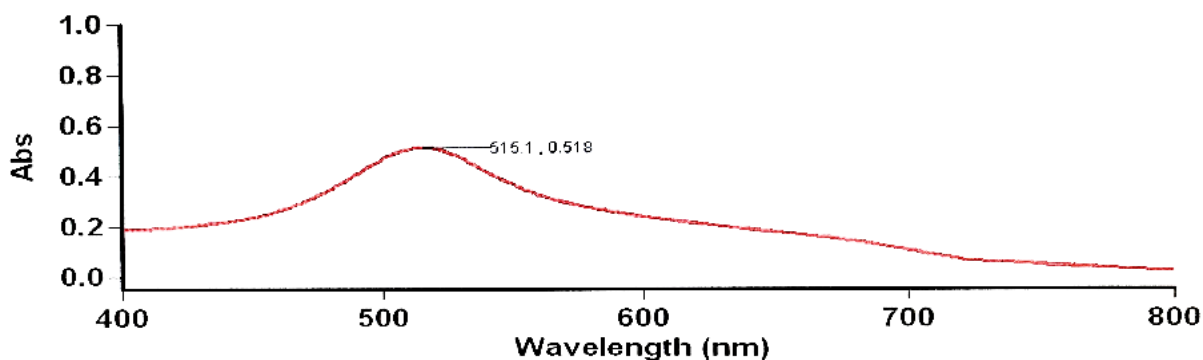
Gambar 4. 13 Struktur senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II)

Berdasarkan perbandingan jumlah logam dan ligan, kompleks basa Schiff-Zn membentuk geometri tetrahedral. Hal ini dikarenakan logam Zn(II) yang memiliki orbital d^{10} umumnya tidak mempunyai LFSE (*Ligand Field Stabilization Energy*) atau nilai LFSE-nya adalah 0 sehingga tidak ada pemisahan t_{2g} atau e_g akibat orbital d sudah terisi penuh. Pada d^{10} , baik orbital energi rendah maupun tinggi sudah terisi penuh, sehingga total efek stabilisasi dari pemisahan medan ligan adalah nol. Literatur juga menyebutkan, dalam hal LFSE geometri oktahedral lebih disukai daripada tetrahedral (Atkins, 2010)

4.7 Uji Aktivitas Antioksidan Kompleks Basa Schiff-Zn(II) dengan metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan senyawa kompleks dilakukan dengan metode DPPH dimana aktivitas radikal DPPH akan diredam oleh senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II). Senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berlaku sebagai pendonor radikal hidrogen, sedangkan DPPH berlaku sebagai penerima donor radikal hidrogen sehingga reaksinya menjadi stabil. Proses pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan spektrofometer UV-Vis dimana campuran antara senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) dengan DPPH diukur

absorbansinya pada panjang gelombang maksimum DPPH yaitu sebesar 515,1 nm. Aktivitas antioksidan ditandai dengan penurunan nilai absorbansi DPPH. Secara visual, aktivitas antioksidan juga dapat ditandai dengan pudarnya warna ungu pada larutan DPPH menjadi warna kuning. Spektra UV-Vis Panjang gelombang maksimum DPPH ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Spektra UV-Vis panjang gelombang maksimum DPPH

Parameter yang digunakan dalam proses pengukuran aktivitas antioksidan adalah nilai IC_{50} dan nilai aktivitas antioksidan. IC_{50} (*Inhibitory Concentration*) merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan penghambatan suatu senyawa terhadap radikal DPPH sebanyak 50%. Nilai IC_{50} merupakan banyaknya konsentrasi yang dibutuhkan senyawa antioksidan dalam menghambat 50% senyawa radikal. Nilai IC_{50} dipengaruhi oleh konsentrasi senyawa. Nilai konsentrasi berbanding lurus dengan nilai IC_{50} , dimana semakin besar konsentrasi nilai IC_{50} juga akan semakin besar, hal tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan semakin rendah. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas senyawa antioksidan semakin kuat (Martak & Dharmayanti, 2015).

Proses pengujian aktivitas antioksidan dilakukan pada senyawa ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan kompleks basa Schiff-Zn(II). Pengujian aktivitas antioksidan pada sampel tersebut dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi dimana pada masing-masing konsentrasi diukur absorbansinya untuk mendapatkan nilai persen aktivitas antioksidan. Persen aktivitas antioksidan pada sampel basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II) dapat dilihat pada Tabel 4.6-4.8.

Tabel 4. 6 Aktivitas antioksidan ligan basa Schiff

Konsentrasi (ppm)	Aktivitas Antioksidan (%)
25	15,357
50	21,871
100	31,182
200	41,091
500	55,603

Tabel 4. 7 Aktivitas antioksidan kompleks basa Schiff-Zn(II)

Konsentrasi (ppm)	Aktivitas Antioksidan (%)
200	32,156
300	37,920
400	39,802
500	40,342
600	44,568

Tabel 4. 8 Aktivitas antioksidan asam askorbat

Konsentrasi (ppm)	Aktivitas Antioksidan (%)
1,25	35,690
2,5	86,563
5	96,711
10	99,491
20	99,821

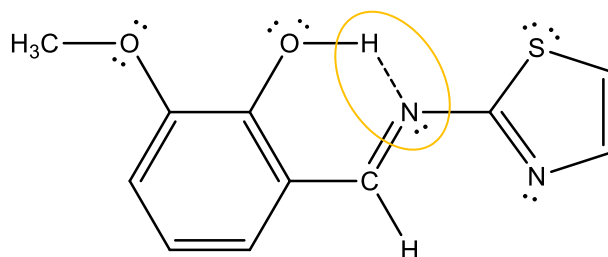
Hasil aktivitas antioksidan pada Tabel 4.6, 4.7, dan 4.8 selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai IC_{50} menggunakan aplikasi *GraphPad Prism 7*. Hasil IC_{50} yang didapatkan untuk ligan basa Schiff sebesar 350,1 ppm, sedangkan untuk kompleks basa Schiff-Zn(II) sebesar 1071 ppm. Nilai IC_{50} pada ligan basa Schiff menunjukkan bahwa ligan memiliki aktivitas antioksidan lemah, sedangkan kompleks basa Schiff-Zn(II) memiliki aktivitas antioksidan sangat lemah. Hasil IC_{50} dari kedua senyawa tersebut kemudian dibandingkan dengan asam askorbat. Asam askorbat dipilih sebagai senyawa pembanding dikarenakan vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Nilai IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Nilai IC_{50} sampel dan pembanding

Nama Senyawa	IC_{50} (ppm)
2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol	350
Kompleks basa Schiff-Zn(II)	1071
Asam Askorbat	1,479

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa kompleks basa Schiff-Zn(II) memiliki aktivitas antioksidan lebih lemah dibandingkan dengan ligan basa Schiff. Hal ini kemungkinan dikarenakan adanya perubahan sifat redoks dari ligan dan kompleks. Ligan basa Schiff yang berikatan dengan logam mengakibatkan gugus fenolnya berinteraksi dengan pusat logam sehingga efisiensi dalam meredam antioksidan menjadi berkurang. Ligan mudah mengalami oksidasi sedangkan senyawa kompleksnya lebih sulit mengalami oksidasi karena adanya interaksi dengan logam-logam yang sulit teroksidasi seperti Zn(II) (Tyurin *et al.*, 2015). Selain itu, hambatan sterik juga dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan. Semakin banyak hambatan sterik mengakibatkan aktivitas antioksidan suatu senyawa semakin berkurang. Dengan demikian, pada saat ligan memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan dengan kompleks dikarenakan hambatan steriknya tidak sebanyak pada saat ligan telah berkoordinasi dengan logam (Salga *et al.*, 2014).

Nilai aktivitas antioksidan dari ligan basa Schiff juga tergolong lemah. Lemahnya aktivitas antioksidan ligan kemungkinan terjadi karena lemahnya disosiasi ikatan O-H pada struktur ligan basa Schiff sehingga radikal hidrogen sulit didonorkan kepada radikal bebas (Wulandari *et al.*, 2020). Pada ligan basa Schiff terdapat ikatan hidrogen intramolekuler antara atom H pada gugus fenol dengan atom N pada gugus azometin sehingga ikatan hidrogennya menjadi kuat. Semakin kuat ikatan hidrogen intramolekuler maka semakin sulit bagi suatu senyawa untuk mendonorkan radikal H kepada senyawa radikal DPPH sehingga aktivitas antioksidannya menurun (Nadhiroh, 2020).



Gambar 4. 15 Ikatan hidrogen intramolekul ligan

Tyurin *et al.* (2015) melaksanakan proses pengujian terhadap senyawa kompleks dari logam Zn(II) dengan ligan berupa [N-(3,5-Di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-N,N-di-(2-pyridylmethyl)]amine menggunakan metode elektrokimia DPPH dimana laju reaksi kompleks dengan DPPH dipantau dengan teknik *Rotating Disk Electrode* (RDE). Hasil pengujian didapatkan senyawa kompleks-Zn(II) tidak terjadi reaksi yang signifikan dengan DPPH dimana perbandingan konsentrasinya 1:1, sehingga dapat dikatakan bahwa aktivitas antioksidan senyawa kompleks-Zn(II) memiliki aktivitas antioksidan rendah. Hal tersebut dikarenakan ligan terikat kepada logam yang sulit teroksidasi sehingga efisiensi transfer proton kepada DPPH menjadi berkurang.

4.8 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) Berdasarkan Perspektif Islam

Senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) disintesis dari ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan logam ZnCl₂. Ligan basa Schiff sendiri merupakan hasil sintesis dari senyawa o-vanilin dan 2-aminotiazol. Kedua senyawa tersebut disintesis menggunakan metode penggerusan yang merupakan salah satu metode ramah lingkungan dimana tidak menimbulkan efek pencemaran yang dapat merusak lingkungan. Menjaga lingkungan dengan tidak melakukan kerusakan merupakan salah satu penggambaran dari *muamalah ma'a Allah* dan *muamalah ma'a Al-Alam*. Manusia sebagai seorang khalifah Allah yang diberikan akal serta pikiran seharusnya memiliki kesadaran penuh terhadap pentingnya penjagaan lingkungan. Proses pengujian dengan memilih metode ramah lingkungan merupakan salah satu bentuk kerangka berfikir manusia untuk mentaati perintah Allah sebagai

penggambaran dari *muamalah ma'a Allah*. Firman Allah tentang orang-orang yang berakal terdapat pada Al-Qur'an Surat Al-Imran ayat 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولَى الْأَلْبَابِ ۝ ١٩٠

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal"

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۖ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَاطِلًا ۖ سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۝ ١٩١

Artinya: "(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), "Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka."

Berdasarkan tafsir Al-Misbah pada Surat Al-Imran ayat 190 menyebutkan manusia "*Ulul Albab*" yang artinya orang-orang yang memiliki akal murni sehingga selalu diselimuti ide untuk senantiasa berpikir. Ayat selanjutnya menyebutkan manusia yang *Ulul Albab* adalah manusia yang terus menerus mengingat Allah dalam segala kondisi baik dengan ucapan atau didalam hati serta manusia yang memikirkan tentang penciptaan Allah. Dengan demikian objek dzikir manusai adalah Allah sedangkan objek berpikir adalah makhluk Allah berupa fenomena alam. Manusia diberikan kebebasan oleh Allah dalam menggunakan akal sehingga terus berpikir untuk membuktikan kebenaran terhadap keesaan dan kekuasaan Allah dengan menemukan atau menciptakan teknologi serta ilmu pengetahuan namun memiliki keterbatasan dalam memikirkan zat Allah SWT (Shihab, 2000).

Allah SWT senantiasa mendorong manusia untuk menggunakan akal yang dimilikinya secara maksimal. Memaksimalkan akal akan membuat ilmu pengetahuan akan semakin berkembang dengan berbagai penemuan ilmiah. Salah satu penggambaran memaksimalkan akal dalam penemuan ilmiah adalah melaksanakan pengujian antioksidan. Radikal bebas dapat dihasilkan secara alami oleh tubuh maupun dari luar tubuh. Radikal bebas yang berasal dari luar tubuh atau sumber eksternal dapat ditemukan pada tumbuhan seperti, buah-buahan, sayuran serta biji-bijian. Senyawa radikal bebas tersebut apabila masuk pada tubuh manusia dalam jumlah yang besar dapat mengakibatkan berbagai penyakit. Langkah yang dapat dilakukan dalam menangkal radikal bebas adalah dengan menggunakan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan banyak ditemukan di alam seperti pada madu dan buah zaitun, namun senyawa antioksidan juga dapat ditemukan pada produk hasil sintesis manusia seperti pada senyawa ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol maupun senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II). Beberapa senyawa tersebut dapat dimanfaatkan dalam proses penangkalan radikal bebas yang berasal dari tubuh atau lingkungan sebagaimana penggambaran dari *muamalah ma'a Al-Alam*.

Hasil aktivitas antioksidan dari ligan basa Schiff Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol menunjukkan IC_{50} sebesar 350 ppm, sedangkan untuk kompleks basa Schiff-Zn(II) menunjukkan IC_{50} sebesar 1071 ppm. Kedua senyawa tersebut memiliki aktivitas antioksidan namun lemah. Senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan dapat berpotensi sebagai obat untuk berbagai penyakit manusia salah satunya adalah kanker. Pada dasarnya, Allah SWT menciptakan sesuatu disertai dengan kemanfaatannya. Dengan adanya senyawa ligan basa Schiff Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dan kompleks basa Schiff-Zn(II) yang mengandung aktivitas antioksidan dapat dimanfaatkan sebagai antikanker untuk tubuh manusia. Selain itu, kedua senyawa tersebut dapat dikembangkan lagi pada berbagai bidang kehidupan, diantaranya industri dan farmakologi. Dengan demikian, kedua senyawa baik ligan basa Schiff maupun kompleks basa Schiff-Zn(II) telah menggambarkan adanya *muamalah ma'a An-nas*. Allah berfirman dalam Al-Qur'an surat Shad ayat 27.

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَنُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ٢٧

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada di antara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang yang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.”

Berdasarkan tafsir Al-Misbah pada surat Shad ayat 27 menyebutkan bahwa Allah SWT menciptakan alam semesta memiliki tujuan atau makna yang baik diantaranya sebagai sarana untuk beribadah, ujian maupun sebagai ujian bagi manusia. Seseorang yang menganggap penciptaan Allah SWT terhadap alam semesta baik langit, bumi dan seisinya adalah suatu kesia-siaan maka orang tersebut adalah orang yang kufur dan akan celaka di akhirat kelak (Shihab, 2007). Dengan demikian, penciptaan senyawa ligan basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II) diharapkan memberikan manfaat baik kepada manusia jika dikembangkan lebih lanjut, baik dalam bidang industri atau yang lainnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Produk sintesis senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) berbentuk padatan serbuk berwarna oranye dengan titik leleh $>174^{\circ}\text{C}$. Uji sifat fisik juga dilakukan dengan melarutkan senyawa kompleks pada berbagai pelarut, dimana hasilnya menunjukkan senyawa kompleks dapat larut sempurna di dalam NaOH, metanol dan DMF, kemudian larut dengan sedikit endapan pada etanol dan kloroform. Hasil karakterisasi UV-Vis antara ligan basa Schiff dan kompleks basa Schiff-Zn(II) menunjukkan adanya pergeseran batokromik dari 340 nm menjadi 341 nm. Hasil karakterisasi FTIR senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) didapatkan adanya pergeseran gugus azometin ($\text{C}=\text{N}$) non aromatik dari $1597,06\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1604,77\text{ cm}^{-1}$, pergeseran serapan azometin ($\text{C}=\text{N}$) aromatik dari $1573,91\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1581,63\text{ cm}^{-1}$, serta terdapat serapan pada gugus fungsi Zn-O sebesar $524,64\text{ cm}^{-1}$ dan Zn-N sebesar $493,78\text{ cm}^{-1}$. Hasil karakterisasi senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) dengan metode Job, didapatkan perbandingan antara ligan dan logam pada senyawa kompleks adalah 1:1.
2. Uji aktivitas antioksidan terhadap produk sintesis menggunakan metode DPPH didapatkan nilai IC_{50} untuk ligan basa Schiff sebesar 350 ppm, sedangkan nilai IC_{50} untuk senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) sebesar 1071 ppm. Kedua senyawa menunjukkan aktivitas antioksidan yang lemah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan adalah dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRD untuk menentukan kemungkinan struktur yang terbentuk pada senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II), menggunakan H-NMR untuk mengetahui jumlah H yang tersebar pada senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II), menggunakan SEM-EDX untuk memperkuat kemungkinan struktur kompleks yang terbentuk dengan perbandingan jumlah unsur ligan dan logam serta perlunya perlakuan pemisahan antara ligan dan kompleksnya dengan rekristalisasi menggunakan pelarut yang sesuai agar tidak ada sisa ligan yang masih terdapat pada senyawa kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2015. *Tafsir Ibnu Katsir Lengkap*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Akbari, Z., Montazerozohori, M., Naghiha, R., Hayati, P., Micale, N., Cristani, M., Bruno, G., & White, J. M. 2022. Some New Antimicrobial/antioxidant Nanostructure Zinc Complexes: Synthesis, Crystal Structure, Hirshfeld Surface Analyses and Thermal Behavior. *Results in Chemistry*, 4, 1-13.
- Al Zoubi, W., & Ko, Y. G. 2017. Schiff Base Complexes and Their Versatile Applications as Catalysts in Oxidation of Organic Compounds: Part I. *Applied Organometallic Chemistry*, 31(3), 1-12.
- Aljamali, N., Alasady, D., & Hassen, H. 2021. Review on Azomethine-Compounds with Their Applications. *International Journal of Chemical Synthesis and Chemical Reactions*, 2(7), 1–10.
- Al-Khumayyis, M. 2021. *Buku Tafsir Jalalain*. Indonesia: Aqwam.
- Alorabi, A., Abdelbaset, M., & Zabin, S. 2019. Colorimetric Detection of Multiple Metal Ions Using Schiff Base 1-(2-Thiophenylimino)-4-(N-dimethyl)benzene. *Chemosensors*, 8(1), 1-10.
- Atkins, P. 2010. *Shriver and Atkins' Inorganic Chemistry*. OUP Oxford.
- Awolope, R. O., Ejidike, I. P., & Clayton, H. S. 2022. Schiff Base Metal Complexes as Dual Antioxidant and Antimicrobial Agents. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 13(3), 130-140.
- Boruah, J. J., Bhatt, Z. S., Nathani, C. R., Bambhaniya, V. J., Guha, A. K., & Das, S. P. 2021. Green Synthesis of a Vanadium(V) Schiff Base Complex by Grinding Method: Study on its Catalytic and Anti-Bacterial Activity. *Journal of Coordination Chemistry*, 74(12), 2055–2068.
- Chowdhury, T., Dasgupta, S., Khatua, S., Acharya, K., & Das, D. 2020. Executing a Series of Zinc(II) Complexes of Homologous Schiff Base Ligands for a Comparative Analysis on Hydrolytic, Antioxidant, and Antibacterial Activities. *ACS Applied Bio Materials*, 3(7), 4348–4357.
- Côrte-Real, L., Pósa, V., Martins, M., Colucas, R., May, N. V., Fontrodona, X., Romero, I., Mendes, F., Pinto Reis, C., Gaspar, M. M., Pessoa, J. C., Enyedy, É. A., & Correia, I. 2023. Cu(II) and Zn(II) Complexes of New 8-Hydroxyquinoline Schiff Bases: Investigating Their Structure, Solution Speciation, and Anticancer Potential. *Inorganic Chemistry*, 62(29), 11466–11486.
- Dachriyanus, D. 2017. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi (LPTIK).
- Dipahayu, D. D., & Permatasari, S. N. 2019. Pengaruh Metode Penggerusan Tablet Vitamin C Terhadap Kadar Bahan Aktif. *Jurnal Kimia Riset*, 4(2), 94-99.
- Ejidike, I. P., & Ajibade, P. A. (2017). (PDF) Synthesis, Spectroscopic, Antibacterial and Free Radical Scavenging Studies of Cu(II), Ni(II), Zn(II) and Co(II) Complexes of 4,4'-{ethane-1,2-diylbis[nitrilo(1E)eth-1-yl-1-ylidene]}dibenzene-1,3-diol Schiff Base. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 5(9), 593–600.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

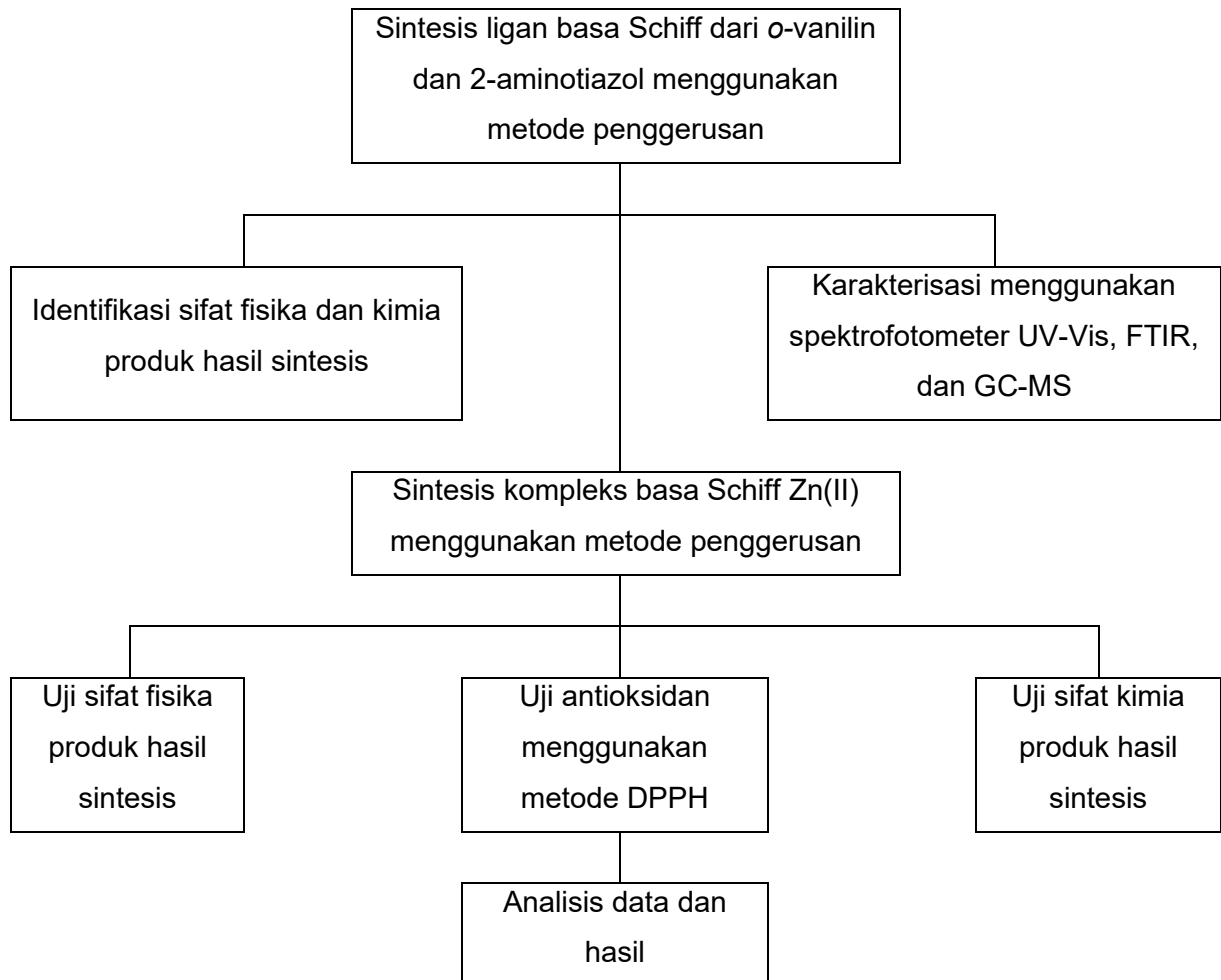
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1982). *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 1*. Erlangga.
- Gondia, N. K., Priya, J., & Sharma, S. K. 2016. Synthesis and Physico-Chemical Characterization of a Schiff Base and its Zinc Complex. *ResearchGate*, 2(43), 1–15.
- Hammoda, R. G., & Shaalan, N. 2023. Synthesis of Zn(II) and Co(II) Complexes with a Schiff Base Derived from Malonic Acid Dihydrazide for Photo-Stabilizers of Polystyrene. *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(5), 1324-1340.
- Hassan, A. M., & Said, A. O. 2021. Importance of the Applicability of O-Vanillin Schiff Base Complexes: Review. *ResearchGate*, 2(4), 87–103.
- Herrero, Y. R., Camas, K. L., & Ullah, A. 2023. Chapter 4—Characterization of Biobased Materials. In S. Ahmed & Annu (Eds.), *Advanced Applications of Biobased Materials*, Elsevier, 111-143.
- Imanudin, M. 2023. Green Synthesis, Karakterisasi dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari O-Vanilin dan 2-Aminotiazol. *Skripsi*. Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kusumawati, L., Dasna, I. W., & Nazriati, N. 2022. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks dari Ion Tembaga(II) dengan Ligan Ion Tiosianat dan Isokuinolina. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 2(6), 1-10.
- Lely, N., Yulisa, S., & Sirumapea, L. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Zn(II) Sulfametoksazol dan Schiff Base dari Sulfametoksazol dan Vanillin Serta Uji Aktivitas Antibakteri Salmonella thypi. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(2), 59-65.
- Li, B., Hu, J., Xiong, H., & Xiao, Y. 2020. Application and Properties of Microporous Carbons Activated by ZnCl₂: Adsorption Behavior and Activation Mechanism. *ACS Omega*, 5(16), 9398–9407.
- Li, Y.-F., & Liu, Z.-Q. 2011. Ferrocenyl Schiff Base as Novel Antioxidant to Protect DNA Against the Oxidation Damage. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 44(1), 158–163.
- Martak, F., & Dharmayanti, A. 2015. Sintesis Senyawa Aktif Kompleks Mangan(II) dengan Ligan 2(4-nitrofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), 2337-3520.
- Maulidia, A. R., Audyta, C., & Zafira, N. S. 2023. Sintesis Senyawa Kompleks Chloropentaamminecobalt(III) Chloride. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 3(7), 299-308.
- Meena, R., Meena, P., Kumari, A., Sharma, N., & Fahmi, N. 2023. Schiff Bases and Their Metal Complexes: Synthesis, Structural Characteristics and Applications. *IntechOpen*. 1-24.
- Mumtazah, L. K. 2024. Sintesis Hijau dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Fe(III) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan pada Variasi Waktu 10; 20; dan 30 menit. *Skripsi*. Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nadhiroh, A. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis dari O-Vanilin dan P-Toluidina. *Skripsi*. Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

- Nafiah, S. A. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas Senyawa Basa Schiff dari O-Vanilin dan Anilina. *Skripsi*. Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Nani. 2017. Ayat-Ayat Kauniah tentang Menjaga Keseimbangan Ekologi (Studi Komparatif Penafsiran Thantāwī Jauhārī dan Zaghlul Al-Najjār. *Skripsi*. Fakultas Ushuluddin dan Filsafah UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. A. 2008. *Introduction to Spectroscopy*. Washintong: Cengage Learning.
- Prakash, A., & Adhikari, D. 2011. Application of Schiff bases and their metal complexes-A Review. *International Journal of ChemTech Research*, 3(4) 1891-1896.
- Salga, M. S., Sada, I., & Mustapha, A. 2014. Influence of Steric Hindrance on The Antioxidant Activity of Some Schiff Base Ligands And Their Copper(II) Complexes. *Oriental Journal of Chemistry*, 30(4), 1529–1534.
- Salih Abood, H., Ramadhan, U., & Hamza, H. 2020. Synthesis and Anti-Inflammatory Activity Study of Schiff Bases Complexes. *Biochemical and Cellular Archives*, 20, 5627–5631.
- Sana, S., Reddy, K., Kamatala, C. R., Venkateswarlu, M., & Ali, 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, 233–247.
- Sani, S., Siraj, I. T., Kurawa, M. A., & Halim, S. N. A. 2022. An Efficient Synthetic Route, Characterization and Antimicrobial Evaluation of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) Schiff Base Complexes. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 36(4), 801-813.
- Sardjono, R. E. 2020. *Kimia Organik 2 Edisi 2*. Universitas Terbuka.
- Shihab, M. Q. 2000. *Tafsir Al-Misbah Volume 2*. Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. 2007. *Tafsir Al Misbah Jilid 12*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M. Q. 2012. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Volume 10*. Lentera Hati.
- Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J., & Bryce, D. L. 2014. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. New York: John Wiley & Sons.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. 2017. *Principles of Instrumental Analysis*. Canada: Cengage Learning.
- Socrates, G. 2004. *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts*. New York: John Wiley & Sons.
- Sriatun, T. 2012. *Buku Ajar Kimia Unsur*. Semarang: LP2MP.
- Subhi, H. M., Bader, A. T., & Al-Gubury, H. Y. 2022. Synthesis and Characterization of ZnO Nanoparticles via Thermal Decomposition for Zn(II) Schiff Base Complex. *Indonesian Journal of Chemistry*, 22(5), 1390-1406.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-dasar Spektrofotometri UV-VIS dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Lampung: AURA.

- Tašner, M., Vušak, D., Kekez, I., Gabud, A., Pilepić, V., Mrvoš-Sermek, D., & Matković-Čalogović, D. 2022. Zn(II) Halide Coordination Compounds with Imidazole and 2-Methylimidazole Structural and Computational Characterization of Intermolecular Interactions and Disorder. *Heliyon*, 8(10), 1-11.
- Tella, A. C., Owalude, S. O., Alimi, L. O., Oladipo, A. C., Olatunji, S. J., & Adeyemi, O. G. 2016. Facile Synthesis and Vapochromic Studies of Co(II) Complexes Bearing NO and OO Donor Ligands. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 125–133.
- Thakur, S., Jaryal, A., & Bhalla, A. 2024. Recent Advances in Biological and Medicinal Profile of Schiff Bases and Their Metal Complexes: An Updated Version (2018–2023). *Results in Chemistry*, 7, 1-23.
- Tyurin, V. Yu., Moiseeva, A. A., Shpakovsky, D. B., & Milaeva, E. R. 2015. The Electrochemical Approach to Antioxidant Activity Assay of Metal Complexes with Dipicolylamine Ligand, Containing 2,6-di-*tert*-butylphenol Groups, Based on Electrochemical DPPH-Test. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 756, 212–221.
- Vallavoju, R., Kore, R., Parikirala, R., Subburu, M., Gade, R., Kumar, V., Raghavender, M., Chetti, P., & Pola, S. 2023. Synthesis and Characterization of New Tetradentate N2O2-Based Schiff's Base Cu (II) Complexes for Dye Photodegradation. *Photochem*, 3(2), 274-287.
- Verma, A., & Das, S. P. 2024. *Synthesis of Newer Schiff base Metal Complexes of V(V), Mo(VI), and Co(II) by Grinding Method and Their Application in the Oxidation of Alcohol and Thioethers by Using Green Oxidant*, 23(07)642-657.
- Wan, Y., Long, J., Gao, H., & Tang, Z. 2021. 2-Aminothiazole: A Privileged Scaffold for the Discovery of Anti-Cancer Agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 210. 1-33.
- Wulandari, A., Afrizal, A., Emriadi, E., Efdi, M., & Imelda, I. 2020. Studi Komputasi Terhadap Struktur, Sifat Antioksidan, Toksisitas dan Skor Obat dari Scopoletin dan Turunannya. *Chempublish Journal*, 5(1), 77-92.
- Yusuf, Y. 2018. *Kimia Dasar*. Jakarta: EduCenter Indonesia.

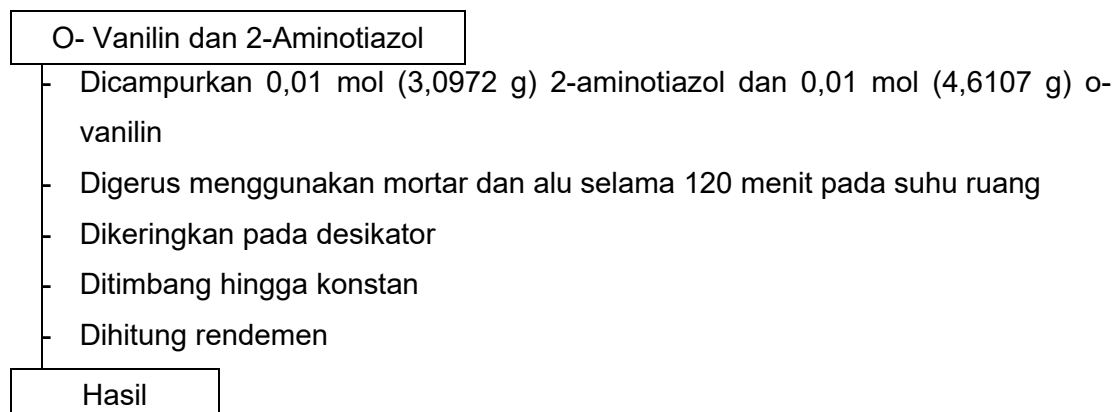
LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian

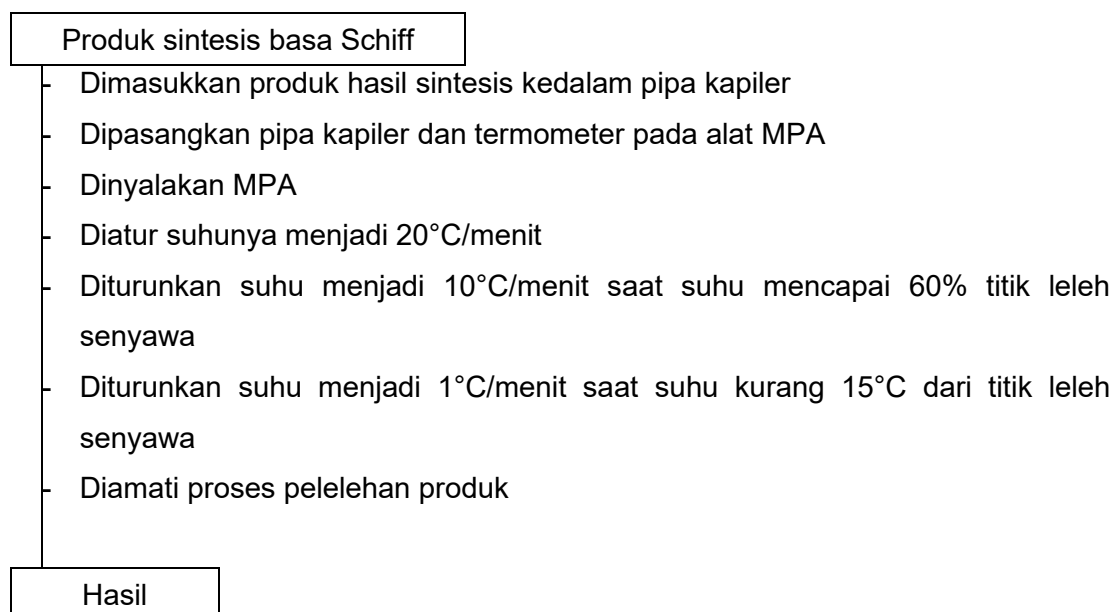


Lampiran 2 Diagram Alir

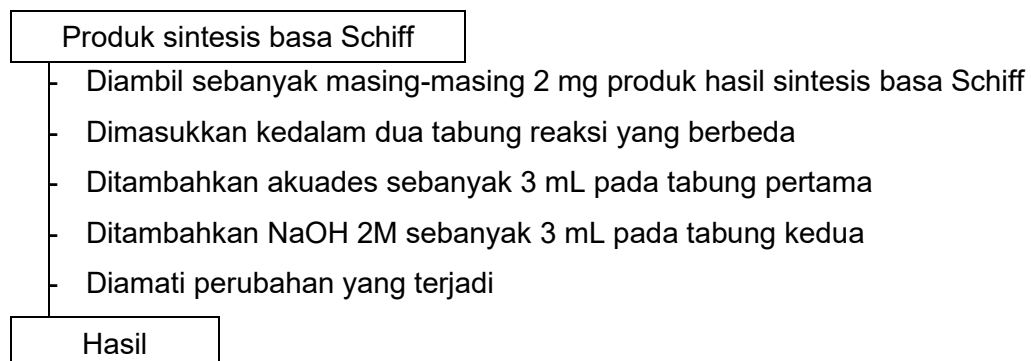
L.2.1 Sintesis Ligan Basa Schiff dari o-Vanilin dan 2-Aminotiazol dengan Metode Penggerusan



L.2.2 Uji Titik Leleh Produk Sintesis dengan Melting Point Apparatus



L.2.3 Uji Kelarutan Produk Sintesis dengan Akuades dan Larutan NaOH 2M



L.2.4 Karakterisasi Ligan Basa Schiff Menggunakan UV-Vis

Hasil Sintesis Ligan Basa Schiff

- Dilarutkan senyawa ligan basa Schiff kedalam etanol
- Dimasukkan kedalam kuvet
- Dianalisis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm

Hasil

L.2.5 Karakterisasi Senyawa Menggunakan FTIR

Produk sintesis basa Schiff

- Dicampur sejumlah produk sintesis basa Schiff dengan KBr dengan perbandingan 2:98
- Digerus menggunakan mortar agate
- Dimasukkan campuran kedalam wadah silinder
- Ditekan dan dibentuk pellet
- Diletakan pellet pada cell holder
- Dianalisis pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1}

Hasil

L.2.6 Karakterisasi Senyawa Menggunakan GC-MS

Produk sintesis basa Schiff

- Dilarutkan 1 μL produk hasil sintesis pada kloroform dengan konsentrasi 70.000 ppm
- Diinjeksikan larutan pada GC-MS dengan kondisi operasional sebagai berikut:

Jenis kolom	: Rtx 5
Panjang Kolom	: 30 m
Detektor	: Gain Mode
Oven	: Terprogram 70°C (5 menit) - 300°C (19 menit)
Temperatur injector	: 300°C
Tekanan gas	: 30 kPa
Kecepatan aliran gas	: 0,5 mL/menit (konstan)
Gas pembawa	: Helium
Pengionan	: <i>Electrom impact</i> (EI) 70 eV

Hasil

L.2.7 Sintesis Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff Menggunakan Metode Penggerusan

Produk sintesis basa Schiff

- Dicampurkan ligan basa Schiff sebanyak 0,46858 g (2 mmol) dengan ZnCl_2 0,1391 g (1 mmol) dengan perbandingan 2:1
- Dimasukkan kedalam mortar
- Digerus sampuran dengan alu selama 30 menit
- Dilarutkan dengan pelarut etanol
- Dikeringkan
- Diamati sifat fisik berupa bentuk, warna serta titik leleh MPA

Hasil

L.2.8 Karakterisasi Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) Hasil Sintesis

L.2.8.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-Vis

Hasil Sintesis Kompleks Basa Schiff

- Dilarutkan senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) kedalam etanol
- Dimasukkan kedalam kuvet
- Dianalisis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm

Hasil

L.2.8.2 Karakterisasi Senyawa Kompleks Menggunakan FTIR

Hasil Sintesis Ligan Basa Schiff

- Dicampurkan senyawa kompleks basa Schiff dengan KBr dengan perbandingan 2:98
- Digerus dengan mortar agate
- Dimasukkan kedalam wadah dilinder
- Dibentuk pellet
- Diletakan pada cell holder
- Dianalisis pada bilangan gelombang $4000-400\text{ cm}^{-1}$

Hasil

L.2.8.3 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam dengan Metode Job

Produk Sintesis Kompleks Basa Schiff

- Dibuat larutan induk logam Zn(II) 0,0005 M dengan dilarutkan 0,0070 g ZnCl_2 pada etanol
- Dibuat larutan induk ligan 0,0005 M dengan dilarutkan 0,0121 g ligan pada etanol
- Dimasukkan kedua larutan induk pada tabung reaksi berbeda sesuai variasi
- Divortex tabung 2-6 selama 2 menit
- Diuji dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II)
- Dibuat kurva dan garis singgung antara fraksi mol ligan dan absorbansi

Hasil

L.2.9 Pengukuran Aktivitas Antioksidan Senyawa Kompleks Basa Schiff

L.2.9.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Produk Sintesis Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff

- Dibuat larutan control 0 ppm dengan memasukan etanol p.a sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 1 mL DPPH 0,2 mM
- Ditutup tabung reaksi
- Diinkubasi selama 30 menit
- Diukur absorbansi larutan kontrol dengan UV-Vis

Hasil

L.2.9.2 Pengukuran Aktivitas Antioksidan**Produk Sintesis Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff**

- Dibuat larutan control 0 ppm dengan memasukan etanol p.a sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi
- Ditambahkan 1 mL DPPH 0,2 mM
- Ditutup tabung reaksi
- Diinkubasi selama 30 menit
- Diukur basorbansi larutan control dengan UV-Vis
- Dibuat larutan stok 500 ppm senyawa basa Schiff dengan ditimbang sebanyak 12,5 mg kemudian dilarutkan pada 25 mL etanol
- Dibuat konsentrasi 25; 50; 100; 200; 500 ppm dengan dimasukkan masing-masing larutan senyawa sebanyak 3 ml kedalam tabung reaksi
- Ditambahkan kepada masing-masing tabung larutan DPPH 0,02 mM sebanyak 1 mL
- Dibuat larutan stok untuk senyawa kompleks 700 ppm dengan ditimbang sebanyak 35 mg kemudian dilarutkan dalam 50 mL etanol
- dilarutkan pada etanol 25 ml
- Dibuat konsentrasi 200; 300; 400; 500; dan 600 ppm dengan dimasukkan masing-masing larutan senyawa sebanyak 3 ml kedalam tabung reaksi
- Ditambahkan kepada masing-masing tabung larutan DPPH 0,02 mM sebanyak 1 mL
- Ditutup masing-masing tabung reaksi
- Divortex masing-masing tabung reaksi selama 2 menit
- Diinkubasi selama 30 menit
- Diukur basorbansi larutan kontrol dengan UV-Vis
- Dihitung nilai persen aktivitas antioksidan
- Ditentukan aktivitas antioksidan senyawa pembanding berupa vitamin C dan ditentukan nilai IC_{50}

Hasil

Lampiran 3 Perhitungan

L.3.1 Perhitungan Pengambilan Massa o-Vanilin 0,03 mol

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul Senyawa} &= \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \\
 \text{BM senyawa} &= 152,15 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol Senyawa} &= 0,03 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,03 \text{ mol} \times 152,15 \text{ g/mol} \\
 &= 4,5645 \text{ g}
 \end{aligned}$$

o-Vanilin 99%

$$\begin{aligned}
 \frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{4,5645 \text{ g}}{x} \\
 X &= \frac{100 \text{ g} \times 4,5645 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\
 &= 4,6107 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.2 Perhitungan Pengambilan Massa 2-Aminotiazol 0,03 mol

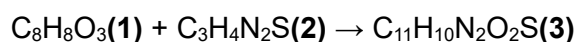
$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul Senyawa} &= \text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2\text{S} \\
 \text{BM senyawa} &= 100,14 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol Senyawa} &= 0,03 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,03 \text{ mol} \times 100,14 \text{ g/mol} \\
 &= 3,0042 \text{ g}
 \end{aligned}$$

2-aminotiazol 97%

$$\begin{aligned}
 \frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{97 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{3,0042 \text{ g}}{x} \\
 X &= \frac{100 \text{ g} \times 3,0042 \text{ g}}{97 \text{ g}} = 3,0972
 \end{aligned}$$

L.3.3 Perhitungan Stoikiometri Massa 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

Reaksi:



Reaksi	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	0,03 mol		0,03 mol		-
Bereaksi	0,03 mol		0,03 mol		0,03 mol
Sisa	-		-		0,03 mol

$$\text{Rumus molekul senyawa} = \text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BM senyawa} &= (\text{Ar C} \times 11) + (\text{Ar H} \times 10) + (\text{Ar N} \times 2) + (\text{Ar O} \times 2) + (\text{Ar S} \times 1) \\
 &= (12,1 \text{ g/mol} \times 11) + (1,01 \text{ g/mol} \times 10) + (14,01 \text{ g/mol} \times 2) + (16,00 \text{ g/mol} \times 2) + 32,06 \text{ g/mol} \times 1 \\
 &= 132,11 \text{ g/mol} + 10,10 \text{ g/mol} + 28,02 \text{ g/mol} + 32,06 \text{ g/mol} \\
 &= 234,29 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,03 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,003 \text{ mol} \times 234,29 \text{ g/mol} \\
 &= 7,0287 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.4 Penentuan %Rendemen 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol

$$\begin{aligned}
 \text{Massa produk eksperimen} &= 6,9408 \\
 \text{Massa produk teoritis} &= 7,0287 \\
 \% \text{Rendemen} &= \frac{\text{massa produk eksperimen}}{\text{massa produk teoritis}} \times 100\% \\
 &= \frac{6,9408}{7,0287} \times 100\% \\
 &= 98,7494\%
 \end{aligned}$$

L.3.5 Pembuatan Larutan NaOH 2M

$$\begin{aligned}
 \text{Berat molekul} &= 40 \text{ g/mol} \\
 \text{Molaritas} &= 2 \text{ M} \\
 \text{Volume} &= 20 \text{ mL} \\
 \text{M} &= \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{20 \text{ mL}} \\
 2\text{M} &= \frac{\text{massa}}{40 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{20 \text{ mL}} \\
 \text{Massa NaOH} &= \frac{2 \text{ M} \times 40 \text{ g/mol}}{50} \\
 &= 1,6 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

L.3.6 Penentuan Massa ZnCl_2 yang Digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{ZnCl}_2 \\
 \text{BM senyawa} &= 136,30 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol Senyawa} &= 0,001 \text{ mol} \\
 \text{Massa yang digunakan} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,001 \text{ mol} \times 136,30 \text{ g/mol} = 0,1363 \text{ g}
 \end{aligned}$$

ZnCl_2 98%

$$\frac{98}{100} = \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}}$$

$$\frac{98}{100} = \frac{0,1363 \text{ g}}{x}$$

$$x = \frac{0,1363 \text{ g} \times 100}{98} = 0,1391 \text{ g}$$

L.3.7 Penentuan Massa Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol yang Digunakan

Rumus molekul senyawa = $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$

BM senyawa = 234,29 g/mol

Mol senyawa = 0,002 mol

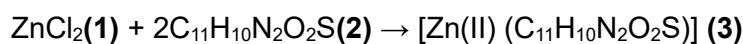
Massa yang digunakan = mol x BM

$$= 0,002 \text{ mol} \times 234,29 \text{ g/mol}$$

$$= 0,46858 \text{ g}$$

L.3.8 Perhitungan Stoikiometri Massa Senyawa Kompleks

Reaksi:



Reaksi	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	0,001 mol		0,002 mol		-
Bereaksi	0,001 mol		0,001 mol		0,001 mol
Sisa	-		0,001 mol		0,001 mol

Massa senyawa teoritis

Rumus molekul senyawa = $[\text{Zn(II)} (\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2\text{S})_2 (\text{Cl})_2]$

BM senyawa = $65,39 \text{ g/mol} + 2(234,29 \text{ g/mol}) + 2 (35,5)$

$$= 604,97 \text{ g/mol}$$

Mol senyawa = 0,001 mol

Massa senyawa teoritis = mol x BM

$$= 0,001 \text{ mol} \times 604,97 \text{ g/mol}$$

$$= 0,60497 \text{ g}$$

Massa senyawa eksperimen

Massa produk sisa = 0,0519 g

Massa produk kerok = 0,4857 g

Massa total produk = Massa produk sisa + Massa produk kerok

$$= 0,0519 \text{ g} + 0,4857 \text{ g}$$

$$= 0,5376 \text{ g}$$

L.3.9 Perhitungan Metode Job

L.3.9.1 Perhitungan Metode Pembuatan Larutan Konsentrasi 0,0005 M

$$\begin{aligned}
 M = \frac{n}{V} \rightarrow n &= M \times V \\
 &= 0,0005 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\
 &= 0,05 \text{ mmol} \\
 &= 0,00005 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

L.3.9.2 Penentuan Massa ZnCl_2 yang Digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{ZnCl}_2 \\
 \text{BM senyawa} &= 136,30 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,00005 \text{ mol} \\
 \text{Massa yang digunakan} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,00005 \text{ mol} \times 136,30 \text{ g/mol} \\
 &= 0,00682 \text{ g}
 \end{aligned}$$

ZnCl_2 98%

$$\begin{aligned}
 \frac{98}{100} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{98}{100} &= \frac{0,00682 \text{ g}}{x} \\
 x &= \frac{0,00682 \text{ g} \times 100}{98} \\
 &= 0,0070 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.9.3 Penentuan Massa Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol yang digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2\text{S} \\
 \text{BM senyawa} &= 234 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,00005 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,00005 \text{ mol} \times 234 \text{ g/mol} \\
 &= 0,0117 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Ligan 97%

$$\begin{aligned}
 \frac{97}{100} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{97}{100} &= \frac{0,0117 \text{ g}}{x} \\
 x &= \frac{0,0117 \text{ g} \times 100}{97} \\
 &= 0,0121 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.3.9.4 Perhitungan Fraksi Mol Ligan

$$X_L = \frac{V_{\text{ligan}} \times M_{\text{ligan}}}{(V_{\text{ligan}} \times M_{\text{ligan}}) + (V_{\text{logam}} \times M_{\text{logam}})}$$

Tabung 1

$$X_L = \frac{1 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(1 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (9 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,1$$

Tabung 3

$$X_L = \frac{3 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(3 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (7 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

Tabung 5

$$X_L = \frac{5 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(5 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (5 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,5$$

Tabung 7

$$X_L = \frac{7 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(7 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (3 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,7$$

Tabung 2

$$X_L = \frac{2 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(2 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (8 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,2$$

Tabung 4

$$X_L = \frac{4 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(4 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (6 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,4$$

Tabung 6

$$X_L = \frac{6 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(6 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (4 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,6$$

Tabung 8

$$X_L = \frac{8 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}}{(8 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M}) + (2 \text{ mL} \times 0,0005 \text{ M})}$$

$$= 0,8$$

L.3.9.5 Perhitungan A_{koreksi}

$$A_{\text{koreksi}} = A_{\text{terukur}} - (1 - X_L) \cdot A_m + L$$

Tabung reaksi 1

$$A_{\text{koreksi}} = 0,6272 - (1 - 0,1) \cdot 0,1647$$

$$= 0,47897$$

Tabung reaksi 2

$$A_{\text{koreksi}} = 1,2935 - (1 - 0,2) \cdot 0,5286$$

$$= 0,87062$$

Tabung reaksi 3

$$A_{\text{koreksi}} = 1,9443 - (1 - 0,3) \cdot 1,5093$$

$$= 0,88779$$

Tabung reaksi 4

$$A_{\text{koreksi}} = 2,6675 - (1 - 0,4) \cdot 2,1884$$

$$= 1,35446$$

Tabung reaksi 5

$$A_{\text{koreksi}} = 3,1486 - (1 - 0,5) \cdot 2,2381$$

$$= 2,02955$$

Tabung reaksi 6

$$A_{\text{koreksi}} = 4,0151 - (1 - 0,6) \cdot 2,7389$$

$$= 2,91954$$

Tabung reaksi 7

$$A_{\text{koreksi}} = 3,8184 - (1 - 0,7) \cdot 4,281$$

$$= 2,5341$$

Tabung reaksi 8

$$A_{\text{koreksi}} = 4,3545 - (1 - 0,8) \cdot 9,9412$$

$$= 2,36626$$

L.3.9.6 Data Hasil

Tabung reaksi	ZnCl ₂ 0,0005 M (mL)	Pelarut (mL)	Absorbansi Logam(A _m) (nm)
1	9	1	-0,0568
2	8	2	-0,0202
3	7	3	-0,0642
4	6	4	-0,0616
5	5	5	-0,0523
6	4	6	-0,051
7	3	7	-0,473
8	2	8	-0,0149

Tabung reaksi	C ₁₁ H ₁₀ N ₂ O ₂ S 0,0005 M (mL)	Pelarut (mL)	Absorbansi Ligan(A _L) (nm)
1	1	9	0,2215
2	2	8	0,5488
3	3	7	1,5735
4	4	6	2,25
5	5	5	2,2904
6	6	4	2,7899
7	7	3	4,3283
8	8	2	10

$$A_{\text{koreksi}} = A_{\text{terukur}} - (1-X_L) \cdot A_{m+L}$$

X Ligan	(1-X _L)	A _{M+L}	A _{terukur}	A _{koeksi}
0,1	0,9	0,1647	0,6272	0,47897
0,2	0,8	0,5286	1,2935	0,87062
0,3	0,7	1,5093	1,9443	0,88779
0,4	0,6	2,1884	2,6675	1,35446
0,5	0,5	2,2381	3,1486	2,02955
0,6	0,4	2,7899	4,0151	2,91954
0,7	0,3	4,3283	2,8184	2,5341
0,8	0,2	10	3,3545	2,36626

L.3.9.7 Perhitungan Perbandingan Mol Logam dan Ligan Berdasarkan Titik Potong (Fraksi Mol Ligan Tertinggi) pada Senyawa Kompleks

$$\text{Fraksi mol ligan tertinggi} = 0,6$$

$$\text{Fraksi mol logam} = 1 - \text{Fraksi mol ligan tertinggi}$$

$$= 1 - 0,6$$

$$= 0,4$$

$$\text{Rasio mol logam dan ligan} = \frac{\text{Fraksi mol ligan tertinggi}}{\text{Fraksi mol logam}}$$

$$= \frac{0,6}{0,4} = 1:1$$

Sehingga, perbandingan antara mol logam dan ligan pada senyawa kompleks basa Schiff-Zn(II) adalah 1:1

L.3.10 Perhitungan Pembuatan Larutan Uji Aktivitas Antioksidan

L.3.10.1 Larutan DPPH 0,2mM dalam 20 mL Etanol

$$\begin{aligned}
 \text{Mr DPPH} &= 394,32 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol DPPH} &= 20 \text{ mL} \times 0,2 \text{ mM} \\
 &= 20 \text{ mL} \times 0,0002 \text{ M} \\
 &= 0,004 \text{ mmol} \\
 \text{Massa DPPH} &= \text{mmol DPPH} \times \text{Mr DPPH} \\
 &= 0,004 \text{ mmol} \times 394,32 \text{ g/mol} \\
 &= 1,5773 \text{ mg} = 0,0015773 \text{ g}
 \end{aligned}$$

DDPH 97%

$$\begin{aligned}
 \frac{97}{100} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{97}{100} &= \frac{0,0015773 \text{ g}}{x} \\
 x &= \frac{0,0015773 \text{ g} \times 100}{97} \\
 &= 0,00163 \text{ g} = 1,63 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

L.3.10.2 Larutan Stok Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 700 ppm Dalam 50 mL

$$\begin{aligned}
 \text{Ppm} &= \text{mg/L} \\
 \text{Mg} &= \text{ppm} \times \text{L} \\
 &= 700 \text{ ppm} \times 0,05 \text{ L} \\
 &= 35 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

L.3.10.3 Larutan Sampel Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 200 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M1 \times V1 &= M2 \times V2 \\
 200 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 700 \text{ ppm} \times V2 \\
 V2 &= (200 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 700 \text{ ppm} \\
 &= 2,86 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.4 Larutan Sampel Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 300 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M1 \times V1 &= M2 \times V2 \\
 300 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 700 \text{ ppm} \times V2 \\
 V2 &= (300 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 700 \text{ ppm} \\
 &= 4,29 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.5 Larutan Sampel Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 400 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M1 \times V1 &= M2 \times V2 \\
 400 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 700 \text{ ppm} \times V2 \\
 V2 &= (400 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 700 \text{ ppm} \\
 &= 5,71 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.6 Larutan Sampel Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 500 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 500 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 700 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (500 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 700 \text{ ppm} \\
 &= 7,14 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.7 Larutan Sampel Kompleks Basa Schiff-Zn(II) 600 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 600 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 700 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (600 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 700 \text{ ppm} \\
 &= 8,57 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.8 Larutan Stok Ligan Basa Schiff 500 ppm Dalam 50 mL

$$\begin{aligned}
 \text{Ppm} &= \text{mg/L} \\
 \text{Mg} &= \text{ppm} \times \text{L} \\
 &= 500 \text{ ppm} \times 0,025 \text{ L} \\
 &= 12,5 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

L.3.10.9 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 25 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 25 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 500 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (25 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 500 \text{ ppm} \\
 &= 0,5 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.10 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 50 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 50 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 500 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (50 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 500 \text{ ppm} \\
 &= 1 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.11 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 100 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 100 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 500 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (100 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 500 \text{ ppm} \\
 &= 2 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.12 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 200 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 200 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 500 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (200 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 500 \text{ ppm} \\
 &= 4 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.13 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 500 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned}
 M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\
 500 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 500 \text{ ppm} \times V_2 \\
 V_2 &= (500 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 500 \text{ ppm} = 10 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

L.3.10.8 Larutan Stok Asam Askorbat 30 ppm Dalam 20 mL

$$\begin{aligned} \text{Ppm} &= \text{mg/L} \\ \text{Mg} &= \text{ppm} \times \text{L} \\ &= 30 \text{ ppm} \times 0,025 \text{ L} \\ &= 0,75 \text{ mg} \end{aligned}$$

L.3.10.3 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 2,5 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 2,5 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 30 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= (2,5 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 30 \text{ ppm} \\ &= 0,83 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.10.4 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 5 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 5 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 30 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= (5 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 30 \text{ ppm} \\ &= 1,67 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.10.5 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 10 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 10 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 30 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= (10 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 30 \text{ ppm} \\ &= 3,33 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.10.6 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 20 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 20 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 30 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= (20 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 30 \text{ ppm} \\ &= 6,67 \text{ mL} \end{aligned}$$

L.3.10.7 Larutan Sampel Ligan Basa Schiff 30 ppm Sebanyak 10 mL

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ 30 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= 30 \text{ ppm} \times V_2 \\ V_2 &= (30 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}) / 30 \text{ ppm} \\ &= 10 \text{ mL} \end{aligned}$$

Lampiran 4 Dokumentasi dan Data Hasil Analisis

L.4.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol



Reaktan o-vanilin



Reaktan 2-aminotiazol



Proses penggerusan

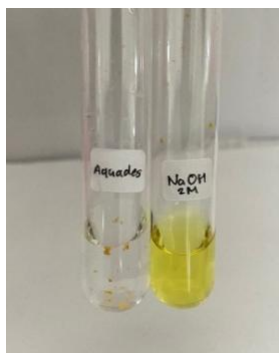


Hasil produk sintesis

L.4.2 Uji Titik Leleh Menggunakan MPA



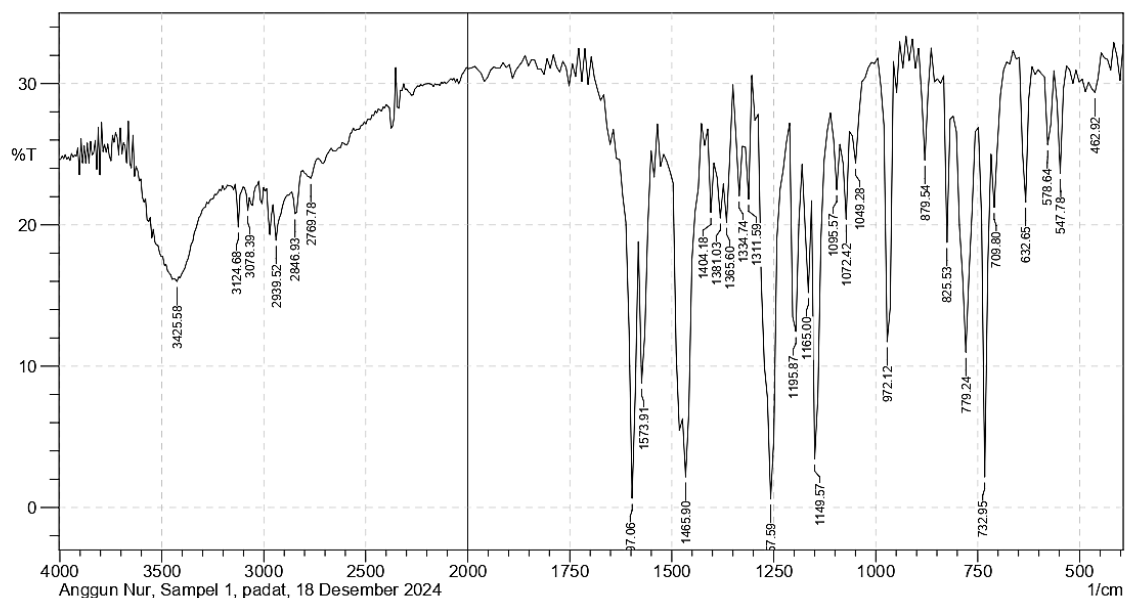
L.4.3 Uji Sifat Kimia Senyawa Ligan Basa Schiff dengan NaOH 2M dan Aquades



L.4.4 Karakterisasi Senyawa Ligan Basa Schiff Menggunakan FTIR



Lab. Kimia Organik FMIPA UGM



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	462.92	29.364	2.205	493.78	447.49	24.092	0.804
2	547.78	23.651	7.433	563.21	532.35	17.021	1.36
3	578.64	25.677	5.269	601.79	563.21	20.798	1.151
4	632.65	21.6	9.93	648.08	617.22	17.777	2.307
5	709.8	21.242	4.806	717.52	663.51	29.371	0.866
6	732.95	2.167	19.726	740.67	717.52	23.356	8.73
7	779.24	10.983	16.306	810.1	748.38	43.439	8.576
8	825.53	18.757	10.846	833.25	810.1	14.238	1.66
9	879.54	24.569	7.936	894.97	864.11	16.701	1.64
10	972.12	11.729	19.931	995.27	956.69	26.037	6.769
11	1049.28	24.366	3.65	1064.71	1010.7	29.302	0.692
12	1072.42	20.403	5.912	1087.85	1064.71	14.555	1.075
13	1095.57	22.5	3.939	1111	1087.85	13.922	0.68
14	1149.57	3.435	19.273	1157.29	1118.71	34.534	11.023
15	1165	15.202	7.367	1180.44	1157.29	16.906	1.928
16	1195.87	12.456	13.283	1211.3	1180.44	23.588	5.377
17	1257.59	0.593	26.344	1288.45	1219.01	69.528	29.705
18	1311.59	21.816	7.089	1327.03	1303.88	13.951	1.14
19	1334.74	22.042	4.972	1350.17	1327.03	13.868	0.947
20	1365.6	20.185	8.946	1411.89	1350.17	39.208	5.562
21	1381.03	20.484	2.9	1396.46	1373.32	15.024	0.517
22	1404.18	20.888	4.689	1411.89	1396.46	9.819	0.675
23	1465.9	2.161	22.672	1496.76	1427.32	68.726	27.176
24	1573.91	8.803	11.394	1581.63	1535.34	34.414	5.291
25	1597.06	0.646	20.15	1643.35	1581.63	57.622	16.984
26	2769.78	23.293	1.018	2808.36	2738.92	43.284	0.631
27	2846.93	20.781	2.039	2862.36	2816.07	30.384	0.988
28	2939.52	18.907	2.668	2954.95	2870.08	57.461	1.435
29	3078.39	21.012	1.647	3093.82	3032.1	40.625	0.9
30	3124.68	19.845	2.957	3140.11	3101.54	25.567	0.773
31	3425.58	15.998	5.354	3556.74	3201.83	256.501	20.584

FTIR (Fourier Transform Infra Red) Spectrophotometer
Type : IRPrestige-21 SHIMADZU

L.4.5 Karakterisasi Senyawa Menggunakan GC-MS

• Hasil Analisa GC

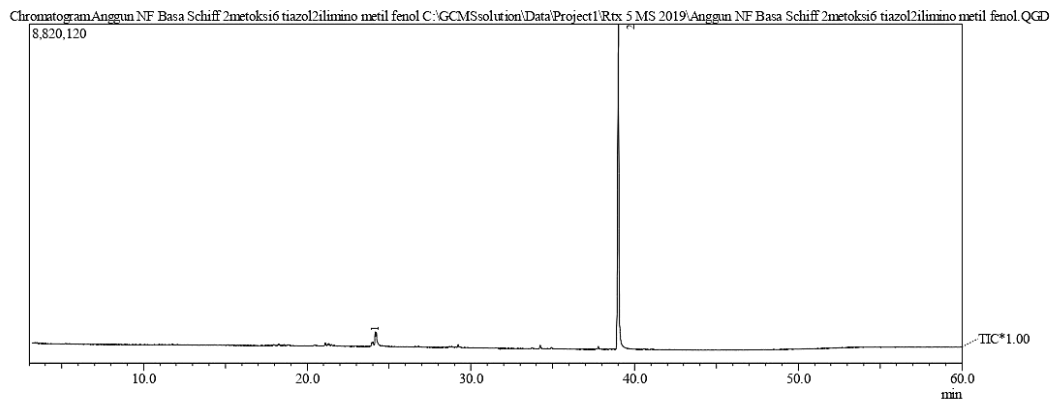
C:\GCMSSolution\Data\Project1\Rtx 5 MS 2019\Anggun NF Basa Schiff 2metoksi6 tiazol2ilimino metil fenol.QGD 11/28/2024



Lab. Kimia Organik FMIPA - UGM

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Sample Name : Anggun NF Basa Schiff 2metoksi6 tiazol2ilimino metil fenol
 Sample ID : 26112024 U04
 Data File : C:\GCMSSolution\Data\Project1\Rtx 5 MS 2019\Anggun NF Basa Schiff 2metoksi6 tiazol2ilimino metil fenol.QGD
 Method File : C:\GCMSSolution\Data\Project1\Rtx 5 MS 2019\Organik baru 2021 Flash.qgm
 Tuning File : C:\GCMSSolution\System1\Tune1\Tuning Nov 01 2024.gct



Peak Report TIC						
Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	24.157	24.100	24.192	1053556	2.37	321381
2	39.016	38.875	39.217	43368968	97.63	8384369
				44422524	100.00	8705750

- Hasil Analisa MS**
 - Puncak Pertama

Sample Information

Anggun NF Basa Schiff 2metoksi6 tiazol2ilimino metil fenol
 C:\GCMsolution\Data\Project1\Rtx 5 MS 2019\Anggun NF Basa Schiff 2metoksi6 tiazol2ilimino metil fenol QGD

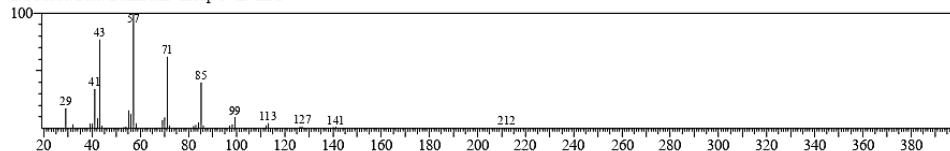
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:24.158(Scan#:2516) MassPeaks:36

RawMode:Averaged 24.150-24.167(2515-2517) BasePeak:57.10(39750)

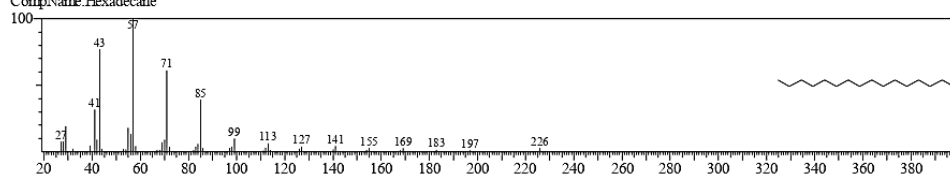
BGMode:Calc. fromPeak Group 1 - Event 1



Hit#:2 Entry:8553 Library:NIST12.LIB

SI:97 Formula:C16H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

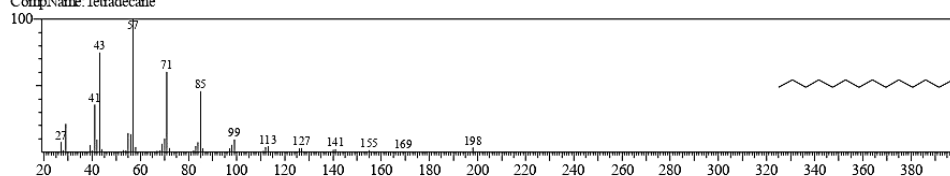
CompName:Hexadecane



Hit#:3 Entry:7424 Library:NIST12.LIB

SI:97 Formula:C14H30 CAS:629-59-4 MolWeight:198 RetIndex:0

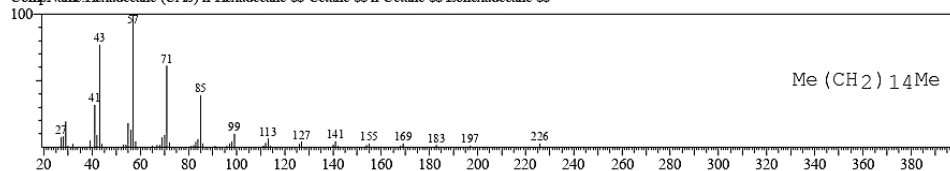
CompName:Tetradecane



Hit#:3 Entry:90353 Library:WILEY229.LIB

SI:97 Formula:C16H34 CAS:544-76-3 MolWeight:226 RetIndex:0

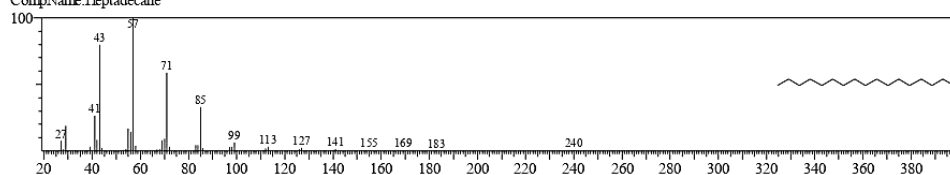
CompName:Hexadecane (CAS) n-Hexadecane SS Cetane SS n-Cetane SS Isohexadecane SS



Hit#:4 Entry:8956 Library:NIST12.LIB

SI:96 Formula:C17H36 CAS:629-78-7 MolWeight:240 RetIndex:0

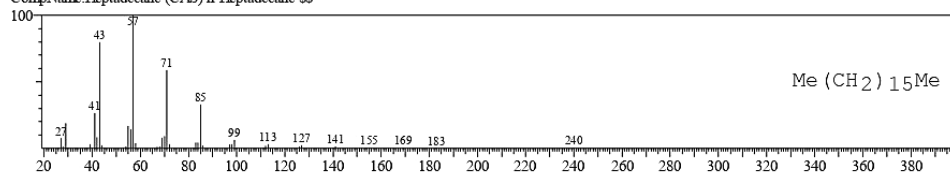
CompName:Heptadecane



Hit#:5 Entry:101871 Library:WILEY229.LIB

SI:96 Formula:C17H36 CAS:629-78-7 MolWeight:240 RetIndex:0

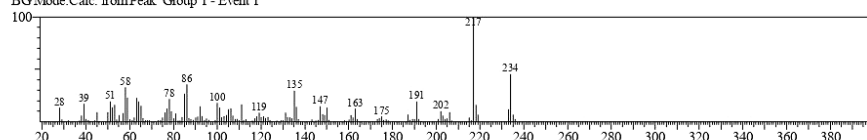
CompName:Heptadecane (CAS) n-Heptadecane SS



2. Puncak kedua

<< Target >>

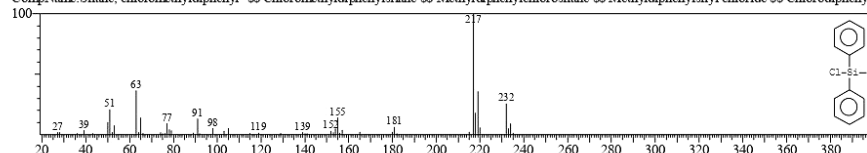
Line# 2 R Time: 39.017 (Scan# 4299) Mass Peaks: 133
Raw Mode: Averaged 39.008-39.025 (4298-4300) Base Peak: 217.05 (752996)
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit# 1 Entry: 30313 Library: NIST62.LIB

SI: 50 Formula: C13H13ClSi CAS: 144-79-6 MolWeight: 232 RetIndex: 0

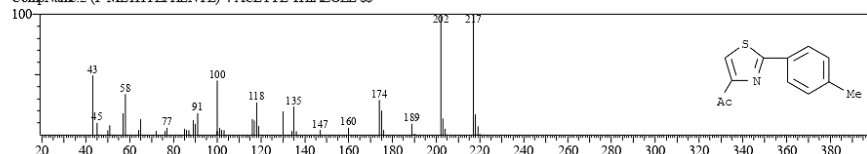
CompName: Silane, chloromethyldiphenyl- \$S\$ Chloromethyldiphenylsilane \$S\$ Methyldiphenylchlorosilane \$S\$ Methyldiphenylsilyl chloride \$S\$ Chlorodiphenylmethyldiphenylsilane \$S\$ Diphenylmethyldiphenylsilane



Hit# 2 Entry: 81484 Library: WILEY229.LIB

SI: 50 Formula: C12H11NOS CAS: 21166-38-1 MolWeight: 217 RetIndex: 0

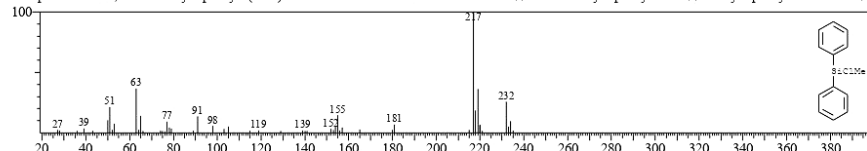
CompName: 2-(p-METHYLPHENYL)-4-ACETYLTHIAZOLE \$S\$



Hit# 3 Entry: 94483 Library: WILEY229.LIB

SI: 49 Formula: C13H13ClSi CAS: 144-79-6 MolWeight: 232 RetIndex: 0

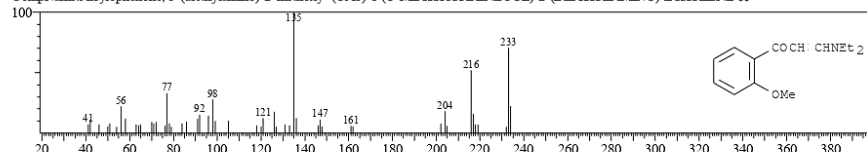
CompName: Silane, chloromethyldiphenyl- (CAS) DIPHENYLMETHYLCHLOROSILANE \$S\$ Chloromethyldiphenylsilane \$S\$ Methyldiphenylchlorosilane \$S\$ Methyldiphenylsilyl chloride \$S\$



Hit# 4 Entry: 95362 Library: WILEY229.LIB

SI: 47 Formula: C14H19NO2 CAS: 1776-14-3 MolWeight: 233 RetIndex: 0

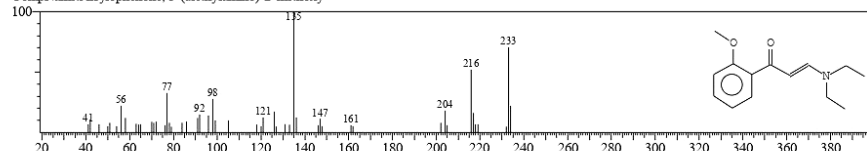
CompName: Acrylophenone, 3-(diethylamino)-2'-methoxy- (CAS) 1-(O-METHOXYBENZOYL)-2-(DIETHYLAMINO)-ETHYLENE \$S\$



Hit# 5 Entry: 30496 Library: NIST62.LIB

SI: 47 Formula: C14H19NO2 CAS: 1776-14-3 MolWeight: 233 RetIndex: 0

CompName: Acrylophenone, 3-(diethylamino)-2'-methoxy-



L.4.6 Sintesis Senyawa Kompleks Basa Schiff-Zn(II) dari ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol

- Proses Sintesis



Penampuran antara ligan dan logam



Proses penggerusan



Produk sebelum dilarutkan etanol



Pelarutan kompleks dengan etanol



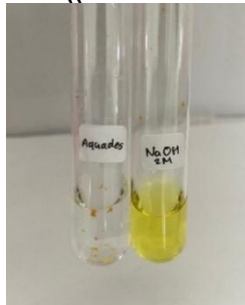
Produk setelah dilarutkan etanoli



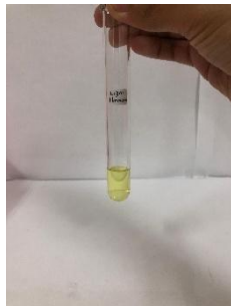
Hasil uji titik leleh

- Perbandingan kelarutan ligan dan Kompleks pada Berbagai Pelarut**

Ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol



Larut sempurna dengan NaOH



Larut sempurna dengan kloroform

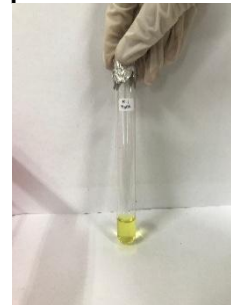


Larut sempurna dengan metanol



Larut sempurna dengan DMF

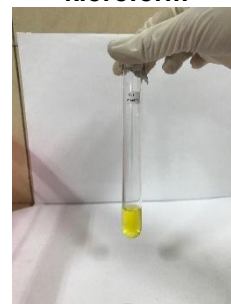
Kompleks basa Schiff-Zn(II)



Larut sempurna pada NaOH



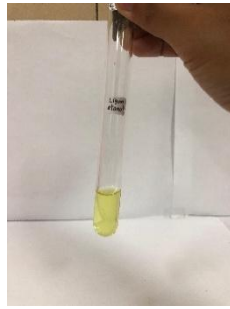
Larut sedikit endapan pada kloroform



Larut sempurna dengan metanol



Larut sempurna pada DMF



Larut sempurna dengan etanol

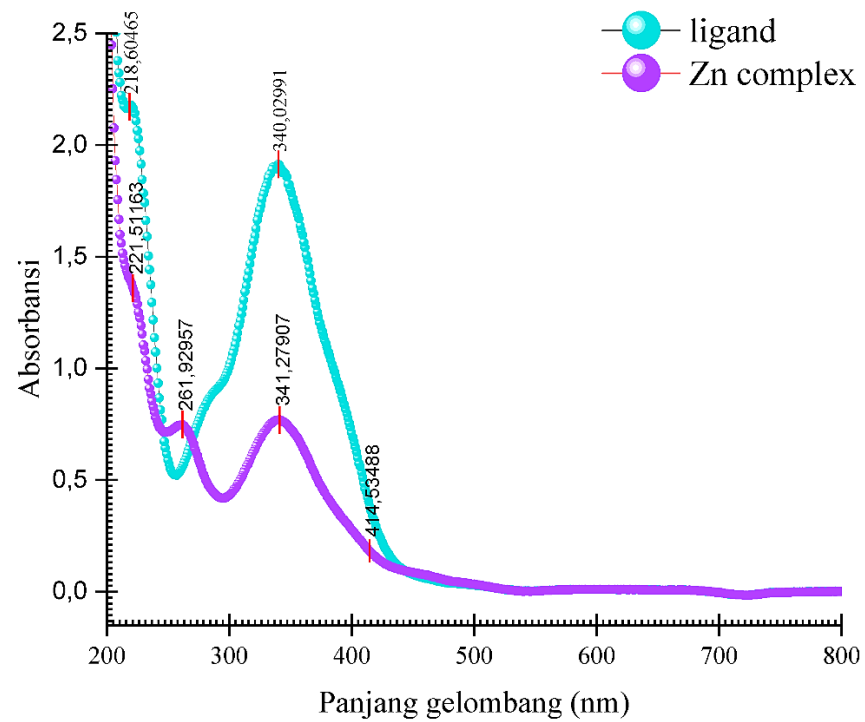


Larut sedikit endapan dengan etanol

L.4.7 Karakterisasi Senyawa Kompleks

L.4.7.1 Karakterisasi Senyawa Menggunakan UV-VIS

L.4.7.1.1 Uji Kualitatif



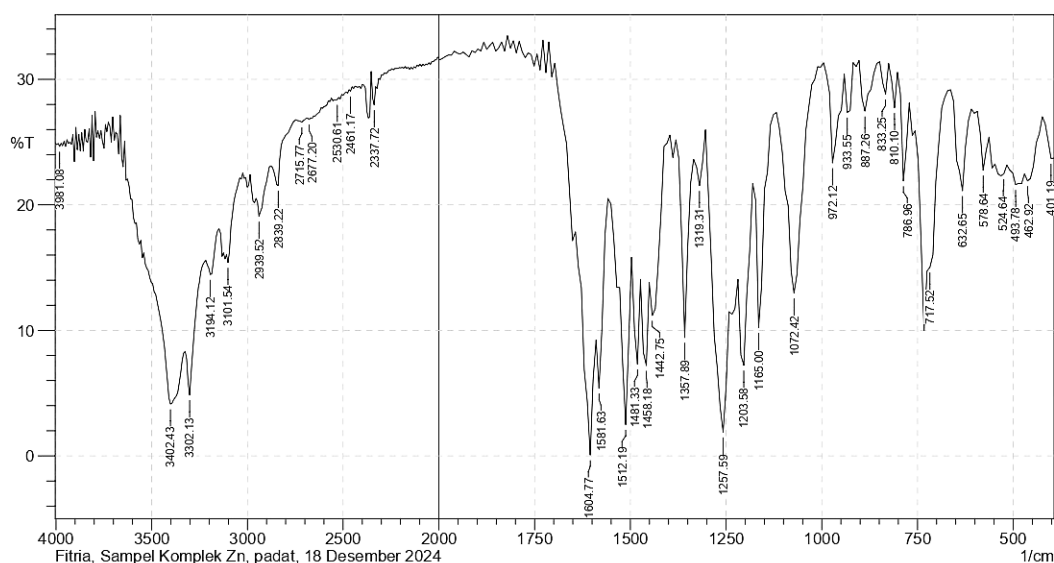
L.4.7.1.2 Uji Kuantitatif (Metode Jobs)



L.4.7.2 Karakterisasi Senyawa Menggunakan FTIR



Lab. Kimia Organik FMIPA UGM



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	401.19	23.695	0.947	416.62	393.48	14.278	0.184
2	462.92	21.9	1.326	470.63	424.34	28.656	0.801
3	493.78	21.609	1.044	509.21	470.63	25.367	0.444
4	524.64	22.472	1.071	563.21	516.92	29.753	1.126
5	578.64	22.759	3.672	594.08	563.21	18.711	0.866
6	632.65	21.12	7.177	663.51	609.51	32.702	3.084
7	717.52	15.033	13.608	771.53	663.51	73.041	14.443
8	786.96	21.901	7.433	802.39	771.53	18.065	1.616
9	810.1	27.746	3.044	825.53	802.39	12.273	0.47
10	833.25	28.812	2.498	848.68	825.53	12.123	0.458
11	887.26	27.462	3.956	902.69	856.39	24.709	1.396
12	933.55	27.365	3.354	941.26	918.12	12.605	0.79
13	972.12	23.343	6.094	995.27	948.98	26.386	1.545
14	1072.42	12.968	15.957	1118.71	1010.7	71.187	13.534
15	1165	10.206	11.275	1172.72	1126.43	33.343	4.784
16	1203.58	7.218	9.9	1219.01	1180.44	35.329	6.826
17	1257.59	1.891	13.21	1303.88	1242.16	69.349	20.898
18	1319.31	21.527	3.275	1334.74	1303.88	19.622	0.92
19	1357.89	9.428	14.248	1373.32	1334.74	29.781	5.632
20	1442.75	11.181	4.465	1450.47	1404.18	35.658	3.06
21	1458.18	7.195	6.689	1473.62	1450.47	23.783	3.968
22	1481.33	7.299	7.35	1496.76	1473.62	23.046	3.723
23	1512.19	2.49	8.2	1550.77	1504.48	48.616	6.705
24	1581.63	5.38	6.673	1589.34	1558.48	28.54	3.459
25	1604.77	0.073	7.64	1728.22	1597.06	116.172	17.591
26	2337.72	27.96	2.638	2353.16	2283.72	36.727	0.983
27	2461.17	28.903	0.221	2476.6	2438.02	20.584	0.019
28	2530.61	28.392	0.279	2561.47	2492.03	37.816	0.188
29	2677.2	26.802	0.284	2692.63	2561.47	73.525	0.47
30	2715.77	26.594	0.212	2738.92	2692.63	26.53	0.073
31	2839.22	21.539	2.645	2877.79	2746.63	79.898	1.211
32	2939.52	19.085	1.475	2947.23	2885.51	41.949	1.049
33	3101.54	15.407	4.351	3147.83	3024.38	89.996	4.639

FTIR (Fourier Transform Infra Red) Spectrophotometer
Type : IRPrestige-21 SHIMADZU



34	3194.12	14.447	2.012	3217.27	3155.54	49.557	1.841
35	3302.13	4.859	5.109	3325.28	3224.98	100.183	7.126
36	3402.43	4.133	6.839	3556.74	3332.99	236.503	28.043
37	3981.08	24.708	0.095	4004.22	3965.65	23.366	0.033

L.4.8 Uji Aktivitas Antioksidan

L.4.8.1 Dokumentasi Uji



Uji antioksidan Ligan



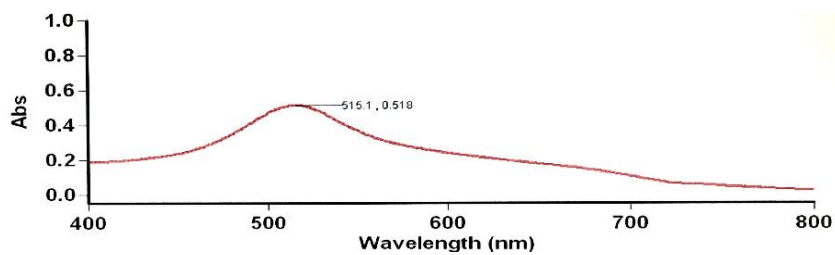
Uji Antioksidan Kompleks



Uji antioksidan Vitamin C

L.4.8.2 Data Hasil Aktivitas Antioksidan

L.4.8.2.1 Penentuan Lamdha Maks DPPH



L.4.8.2.2 Aktivitas antioksidan Ligan

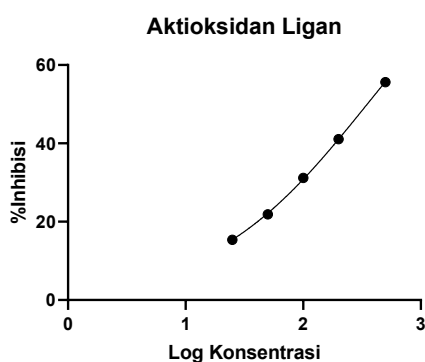
- Data hasil absorbansi ligan

Kontrol				0.8591
				0.8584
	0.8589	0.0004	0.05	0.8591
L 25 ppm				0.7272
				0.7266
	0.7270	0.0004	0.05	0.7273
Kontrol				0.8595
				0.8601
	0.8596	0.0005	0.05	0.8592
L 50 ppm				0.6715
				0.6718
	0.6716	0.0002	0.03	0.6714
Kontrol				0.8583
				0.8590
	0.8585	0.0004	0.05	0.8582
L 100 ppm				0.5906
				0.5907
	0.5908	0.0003	0.05	0.5912
Kontrol				0.8591
				0.8603
	0.8598	0.0006	0.08	0.8599
L 200 ppm				0.5065
				0.5064
	0.5065	0.0001	0.01	0.5066
Kontrol				0.8588
				0.8582
	0.8584	0.0003	0.04	0.8582
L 500 ppm				0.3810
				0.3812
	0.3811	0.0001	0.02	0.3810

Tabel L. 1 Data hasil aktivitas antioksidan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil) fenol

Konsentrasi	Absorbansi Kontrol	Absorbansi Ligan	%Antioksidan
25 ppm	0,8589	0,727	15,35685179
50 ppm	0,8596	0,6716	21,87063751
100 ppm	0,8585	0,5908	31,1822947
200 ppm	0,8598	0,5065	41,09095138
500 ppm	0,8584	0,3811	55,60344828

Nilai IC₅₀ ditentukan dengan menggunakan Aplikasi "Graphpad prism 8 software" dengan persamaan regresi non linear



Different curve for each data set

Best-fit values

Bottom	= 0,000
Top	= 100,0
LogIC50	2,544
HillSlope	0,6454
IC50	350,1
Span	= 100,0

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	2,527 to 2,562
HillSlope	0,6250 to 0,6661
IC50	336,8 to 364,6

Goodness of Fit

Degrees of Freedom	3
R squared	0,9998
Sum of Squares	0,2382
Sy.x	0,2818

Constraints

Bottom	Bottom = 0
Top	Top = 100

One curve for all data sets

Best-fit values

Bottom	= 0,000	
Top	= 100,0	
LogIC50	2,544	2,544
HillSlope	0,6454	0,6454
IC50	350,1	350,1
Span	= 100,0	

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	2,527 to 2,562	2,527 to 2,562
HillSlope	0,6250 to 0,6661	0,6250 to 0,6661
IC50	336,8 to 364,6	336,8 to 364,6

Goodness of Fit

Degrees of Freedom		3
R squared	0,9998	0,9998
Sum of Squares	0,2382	0,2382
Sy.x		0,2818

Constraints

Bottom	Bottom = 0
Top	Top = 100
LogIC50	LogIC50 is shared
HillSlope	HillSlope is shared

Number of points

# of X values	5
# Y values analyzed	5

L.4.8.2.2 Aktivitas antioksidan Kompleks basa Schiff-Zn(II)

- Data hasil absorbansi kompleks

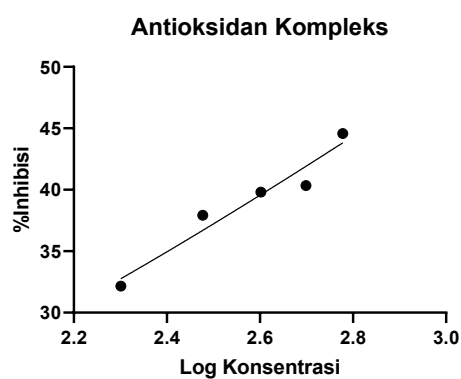
Kontrol				0.8725 0.8689 0.8653
	0.8689	0.0036	0.41	
K 200 ppm				0.5895 0.5893 0.5896
	0.5895	0.0002	0.03	
Kontrol				0.8603 0.8606 0.8605
	0.8605	0.0001	0.02	
K 300 ppm				0.5341 0.5343 0.5343
	0.5342	0.0001	0.03	
Kontrol				0.8593 0.8594 0.8597
	0.8595	0.0002	0.02	
K 400 ppm				0.5171 0.5173 0.5177
	0.5174	0.0003	0.06	
Kontrol				0.8609 0.8609 0.8611
	0.8609	0.0002	0.02	
K 500 ppm				0.5136 0.5133 0.5138
	0.5136	0.0002	0.04	

Kontrol				0.8611
				0.8608
	0.8607	0.0004	0.05	0.8603
K 600 ppm				0.4770
				0.4769
	0.4771	0.0002	0.05	0.4773

Tabel L. 2 Data hasil aktivitas antioksidan Kompleks basa Schiff-Zn(II)

Konsentrasi	Absorbansi Kontrol	Absorbansi Kompleks	%Antioksidan
200 ppm	0,8689	0,5895	32,15559903
300 ppm	0,8605	0,5342	37,91981406
400 ppm	0,8595	0,5174	39,80221059
500 ppm	0,8609	0,5136	40,34150308
600 ppm	0,8607	0,4771	44,56837458

Nilai IC₅₀ ditentukan dengan menggunakan Aplikasi "Graphpad prism 8 software" dengan persamaan regresi non linear



Different curve for each data set

Best-fit values

Bottom	= 0,000
Top	= 100,0
LogIC50	3,030
HillSlope	0,4284
IC50	1071
Span	= 100,0

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	2,873 to 3,442 0,2273 to
HillSlope	0,6335 746,3 to 2769

Goodness of Fit

Degrees of Freedom	3
R squared	0,9396
Sum of Squares	4,922
Sy.x	1,281

Constraints

Bottom	Bottom = 0
Top	Top = 100

One curve for all data sets**Best-fit values**

Bottom	= 0,000	
Top	= 100,0	
LogIC50	3,030	3,030
HillSlope	0,4284	0,4284
IC50	1071	1071
Span	= 100,0	

95% CI (profile likelihood)

LogIC50	2,873 to 3,442	2,873 to 3,442
	0,2273 to	
HillSlope	0,6335	0,2273 to 0,6335
IC50	746,3 to 2769	746,3 to 2769

Goodness of Fit

Degrees of Freedom		3
R squared	0,9396	0,9396
Sum of Squares	4,922	4,922
Sy.x		1,281

Constraints

Bottom	Bottom = 0
Top	Top = 100
LogIC50	LogIC5 0 is shared
HillSlope	HillSlop e is shared

Number of points

# of X values	5
# Y values analyzed	5

L.4.8.2.2 Aktivitas antioksidan Asam Askorbat

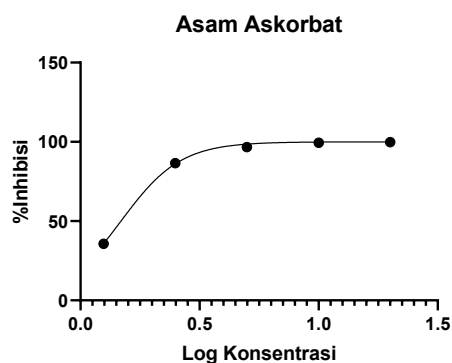
- Data absorbansi asam askorbat

2.5 ppm				0.0450
				0.0452
		0.0450	0.0001	0.32
				0.0449
Kontrol				0.3344
				0.3345
		0.3345	0.0001	0.04
				0.3346
5 ppm				0.0116
				0.0108
		0.0110	0.0005	4.45
				0.0107
Kontrol				0.3341
				0.3342
		0.3341	0.0001	0.02
				0.3340
10 ppm				0.0018
				0.0016
		0.0017	0.0001	7.10
				0.0017
Kontrol				0.3355
				0.3356
		0.3356	0.0001	0.03
				0.3357
20 ppm				0.0004
				0.0006
		0.0005	0.0001	14.19
				0.0005
Kontrol				0.3348
				0.3350
		0.3349	0.0001	0.02
				0.3349
30 ppm				0.0006
				0.0008
		0.0006	0.0001	15.83
				0.0006

Tabel L. 3 Data hasil aktivitas antioksidan asam askorbat

Konsentrasi	Absorbansi Kontrol	Absorbansi Asam Askorbat	%Antioksidan
2,5 ppm	0,3349	0,045	86,563
5 ppm	0,3345	0,011	96,712
10 ppm	0,3341	0,0017	99,491
20 ppm	0,3356	0,0006	99,821
30 ppm	0,3349	0,0006	99,821

Nilai IC₅₀ ditentukan dengan menggunakan Aplikasi "Graphpad prism 8 software" dengan persamaan regresi non linear



Different curve for each data set**Best-fit values**

Bottom	= 0,000
Top	= 100,0
LogIC50	0,1699
HillSlope	3,475
IC50	1,479
Span	= 100,0

95% CI (profile likelihood)

	0,1527	
	to	
LogIC50	0,1874	
	3,023	
	to	
HillSlope	4,015	
	1,421	
	to	
IC50	1,540	

Goodness of Fit

Degrees of Freedom	3
R squared	0,9987
Sum of Squares	3,840
Sy.x	1,131

Constraints

	Bottom
Bottom	= 0
	Top =
Top	100

One curve for all data sets**Best-fit values**

Bottom	= 0,000	
Top	= 100,0	
LogIC50	0,1699	0,1699
HillSlope	3,475	3,475
IC50	1,479	1,479
Span	= 100,0	

95% CI (profile likelihood)

	0,1527	
	to	
LogIC50	0,1874	0,1527 to 0,1874
	3,023	
	to	
HillSlope	4,015	3,023 to 4,015
	1,421	
	to	
IC50	1,540	1,421 to 1,540

Goodness of Fit

Degrees of Freedom		3
R squared	0,9987	0,9987
Sum of Squares	3,840	3,840
Sy.x		1,131

Constraints

Bottom	Bottom = 0
Top	Top = 100
LogIC50	LogIC5 0 is shared
HillSlope	HillSlop e is shared

Number of points

# of X values	5
# Y values analyzed	5

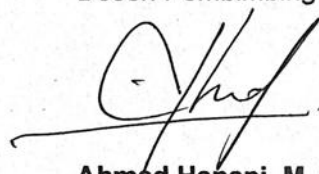
Lampiran 5 Jadwal Pelaksanaan Penelitian Skripsi

JADWAL PELAKSANAAN PENELITIAN SKRIPSI

Nama / NIM	:	Fitria Nurul Farida / 210603110061
Nama Dosen Pembimbing Skripsi	:	Ahmad Hanapi, M.Sc
Judul Proposal Skripsi	:	Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol

No	Kegiatan	Tanggal Kegiatan
1	Pelaksanaan seminar proposal skripsi	22 Oktober 2024
2	Disetujui oleh pembimbing proposal skripsi untuk perijinan masuk di laboratorium	28 Oktober 2024
3	Disetujui oleh ketua laboratorium dan ketua prodi untuk perijinan masuk laboratorium	28 Oktober 2024
4	Mulai masuk laboratorium untuk mengumpulkan data penelitian skripsi	30 Oktober 2024
5	Disetujui perijinan bebas tanggungan di laboratorium	
6	Mengikuti ujian komprehensif tulis bidang kimia dan status lulus/tidak lulus	1. 26 Oktober 2024 2. 3.
7	Mengikuti ujian komprehensif tulis bidang agama dan status lulus/tidak lulus	1. 8 November 2024 2. 3.
8	Mendaftar seminar hasil	19 Maret 2025
9	Pelaksanaan seminar hasil	17 April 2025
10	Mendaftar ujian skripsi	17 Mei 2025
11	Pelaksanaan ujian skripsi	28 Mei 2025
12	Selesai revisi naskah setelah ujian skripsi	19 Juni 2025

Malang, 19 Juni 2025
Mengetahui,
Dosen Pembimbing Skripsi,



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

Lampiran 6 Rancangan Anggaran Penelitian Skripsi

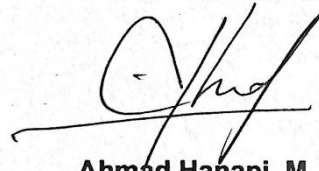
RANCANGAN ANGGARAN PENELITIAN SKRIPSI

Nama / NIM	:	Fitria Nurul Farida / 210603110061
Nama Dosen Pembimbing Skripsi	:	Ahmad Hanapi, M. Sc
Judul Proposal Skripsi	:	Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino) metil) fenol

No	Uraian	Merk	Vol	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)	Sumber Dana	Tempat Pembelian/ Analisa
1.	o-Vanilin		10	g	-	-	Subsidi	-
2.	2-Aminotiazol		10	mL	-	-	Subsidi	-
3.	ZnCl ₂		15	g	8.000	120.000	Mandiri	Panadia
4.	NaOH		10	g	1.800	18.000	Mandiri	Panadia
5.	Etanol		1500	mL	400	600.000	Mandiri	Duta Jaya
6.	Kloroform		100	mL	400	40.000	Kelompok	Nurra Gemilang
7.	Aseton		1	L	45.000	45.000	Kelompok	Nurra Gemilang
8.	Aquades	Lokal	15	L	4.000	60.000	Kelompok	Nurra Gemilang
9.	DPPH	Merck	50	mg	7.000	350.000	Kelompok	Sari Kimia
10.	Asam Askorbat	Merck	5	g	3.000	15.000	Kelompok	Duta Jaya
11.	Cawan porselen 75 mL	Lokal	2	pcs	23.000	46.000	Mandiri	Duta Jaya
12.	Cawan Porselen 35 mL	Lokal	2	pcs	15.000	30.000	Mandiri	Duta Jaya
13.	Pipa kapiler	Lokal	10	pcs	1.500	15.000	Mandiri	Duta Jaya
14.	Pipet tetes	Lokal	2	pcs	2.500	5.000	Mandiri	Duta Jaya
15.	Tabung reaksi	Pyrex	3	pcs	5.000	15.000	Mandiri	Duta Jaya
16.	Yellow Tip	Lokal	10	pcs	400	4.000	Mandiri	Duta Jaya
17.	Botol vial 30 mL bening	Lokal	3	pcs	2.500	7.500	Mandiri	Duta Jaya

18.	Botol vial 10 ml Bening	Lokal	-	12 pcs	1.500	18.000	Mandiri	Duta Jaya
19.	Labu ukur 50 mL	Iwaki	-	1 pcs	155.00	155.000	Mandiri	Duta Jaya
20.	Tabung reaksi	Lokal	-	10 pcs	1.500	15.000	Mandiri	Nurra Gemilang
21.	Alumuni um foil	Lokal	-	3 pcs	26.000	78.000	Kelompok	Nurra Gemilang
22.	Analisis UV-Vis	Varian cary 50	196	Sampel	1.000	196.000	Mandiri	Laboratorium UIN Malang
23.	Analisis FTIR	Varian Tipe FT 1000	2	Sampel	83.000	166.000	Mandiri	Laboratorium Terpadu UGM
24.	Analisis FTIR	Varian Tipe FT 1000	1	Sampel	83.000	83.000	Kelompok	Laboratorium Terpadu UGM
24.	Analisis GC-MS	QP2010S SHIMADZ U	1	Sampel	306.000	306.000	Kelompok	Laboratorium Terpadu UGM
Total pengeluaran						1.647.000		

Malang, 19 Juni 2025
Mengetahui,
Dosen Pembimbing Skripsi,



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

Lampiran 7 Bukti Konsultasi

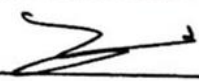
BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama / NIM	:	Fitria Nurul Farida / 210603110061
Nama Dosen Pembimbing Bidang Kimia	:	Ahmad Hanapi, M.Sc
Nama Dosen Pembimbing Bidang Agama	:	Dr. M. Imamudin, LC. MA
Judul Proposal Skripsi	:	Sintesis dan Uji Antioksidan Senyawa Kompleks Zn(II) dengan Ligan Basa Schiff dari O-Vanilin dan 2-Aminotiazol

BIDANG KIMIA

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf Pembimbing
1	24 / 2 ²⁰²⁵	Konsultasi hasil antioksidan	
2	26 / 2 ²⁰²⁵	Konsultasi hasil antioksidan	
3	21 / 2 ²⁰²⁵	Konsultasi hasil antioksidan	
4	3 / 3 ²⁰²⁵	Revisi Bab 4	
5	5 / 3 ²⁰²⁵	Revisi Bab 4	
6	7 / 3 ²⁰²⁵	Revisi Bab 4	
7	11 / 3 ²⁰²⁵	Revisi Bab 4.	
8	13 / 3 ²⁰²⁵	Revisi Bab 5 dan lampiran	
9	17 / 3 ²⁰²⁵	Revisi lampiran dan Abstrak	
10	18 / 3 ²⁰²⁵	Final skripsi (ACC)	

BIDANG INTEGRASI

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf Pembimbing
1	17 / 3 ²⁰²⁵	Konsultasi Ayat Al-surat Bab 4	
2	18 / 3 ²⁰²⁵	Konsultasi Ayat Al-Surat Bab 4	
3	19 / 3 ²⁰²⁵	ACC ayat al-surat Bab 4.	
4			
5			

Lampiran 8 Risk Assesment

**LEMBAR IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RESIKO
KEGIATAN PENELITIAN MAHASISWA**

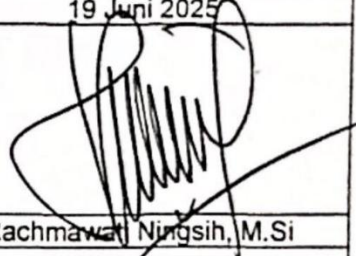
PROGRAM STUDI KIMIA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RESIKO		PROPOSAL PENELITIAN SKRIPSI		
				Jumlah halaman: 5		
SINTESIS DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA KOMPLEKS Zn(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-((TIAZOL-2-ILIMINO) METIL) FENOL						
No	Tahapan Kerja Penelitian	Potensi Bahaya	Upaya Pengendalian	Level		Tingkat Bahaya (R x P)
				Resiko (R)	Peluang (P)	
1. Sintesis Ligan Basa Schiff						
1.	Sintesis ligan basa Schiff dari o-vanilin dan 2-aminotiazol dengan penggerusan selama 30 menit pada suhu ruang	- Reaktan jika tertelan dapat mengganggu Kesehatan tubuh - Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Rusaknya alat	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian - Lebih berhati-hati ketika menggunakan alat instrument	2	2	4
2.	Uji sifat fisik ligan basa Schiff hasil sintesis	- Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Penimbangan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Rusaknya alat	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter	2	2	4

			- Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian - Lebih berhati-hati ketika menggunakan alat instrument			
3.	Uji sifat kimia ligan basa Schiff hasil sintesis dengan NaOH	- Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Kurang teliti dan kurang hati-hati pada saat pereaksian beresiko filtrat tumpah - Kurang berhati-hati dalam pelarutan dapat mengakibatkan NaOH terkena tangan dan iritasi	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Pembuatan dan penyimpanan larutan di ruang gelap - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian	2	2	4
2. Karakterisasi Ligan Basa Schiff						
1.	Karakterisasi ligan basa Schiff dengan GC-MS, FTIR dan UV-Vis	- Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Sampel berbentuk serbuk yang mudah beterbangan - KBr yang digunakan untuk membuat pellet jika terkena mata	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter	2	2	4

		dapat menyebabkan iritasi mata serius	- Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian			
3. Sintesis Kompleks Basa Schiff						
1.	Sintesis kompleks basa Schiff-Zn(II) dengan penggerusan selama 30 menit pada suhu ruang	- Reaktan jika tertelan dapat mengganggu Kesehatan tubuh - Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Rusaknya alat - Lebih berhati-hati dalam penyimpanan ZnCl_2 karena mudah mencair	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian - Berhati-hati dalam penyimpanan bahan - Lebih berhati-hati ketika menggunakan alat instrument	2	2	4
2.	Uji sifat fisik ligan basa Schiff hasil sintesis	- Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Penimbangan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Rusaknya alat	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter	2	2	4

			- Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian - Lebih berhati-hati ketika menggunakan alat instrument			
4. Karakterisasi Kompleks Basa Schiff						
1.	Karakterisasi ligan basa Schiff dengan FTIR, UV-Vis dan metode Job	- Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Sampel berbentuk serbuk yang mudah beterbangan - Lebih berhati-hati dan teliti dalam pembuatan larutan - lebih berhati-hati dalam menggunakan etanol sehingga tidak tumpah mengenai kulit dan dapat mengakibatkan iritasi - KBr yang digunakan dalam membentuk pellet jika terkena mata dapat menyebabkan iritasi mata serius	- Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Jika terhirup, segera keluar ruangan dan menghirup udara segar dan periksa ke dokter - Jika tertelan, segera minum air putih atau susu yang banyak, minimal 2 gelas dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian	2	2	4
5. Uji Antioksidan Ligan dan Kompleks Basa Schiff						
1.	Uji Antioksidan ligan dan kompleks basa Schiff-Zn(II) dengan DPPH	- DPPH yang digunakan bersifat toksik dan karsinogenik - Sampel berbentuk serbuk rawan terbawa angin - Jika terkena terkena DPPH dapat menyebabkan iritasi - Penimbangan dan pemipetan yang kurang teliti - Peralatan kaca (<i>glassware</i>) dapat terjatuh dan pecah - Rusaknya alat	Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap (jaslab, sarung, tangan, masker, dan sepatu tertutup) - Jika terkena mata dan kulit, segera bilas menggunakan air mengalir selama 15 menit dan periksa ke dokter - Lebih berhati-hati dan teliti ketika melakukan penelitian - Lebih berhati-hati dan teliti ketika menggunakan alat instrumen	2	1	2
KETERANGAN						

RESIKO: Suatu nilai yang ditetapkan untuk menentukan suatu tingkatan dampak atau akibat berdasarkan keparahan yang dikarenakan oleh kecelakaan kerja Level 1: Tidak cidera, kerugian biaya rendah, kerusakan peralatan ringan Level 2: Cidera ringan, hanya membutuhkan P3K, peralatan rusak ringan Level 3: Menyebabkan cidera yang memerlukan perawatan medis ke rumah sakit, peralatan rusak sedang Level 4: Menyebabkan cidera yang menyebabkan cacatnya anggota tubuh permanen, peralatan rusak berat Level 5: Menyebabkan korban jiwa (kematian), peralatan rusak berat	PELUANG: Suatu nilai yang ditetapkan untuk menentukan tingkat frekuensi terhadap kejadian kecelakaan kerja Level 1: Hampir tidak pernah terjadi Level 2: Frekuensi kejadian jarang terjadi waktu tahunan Level 3: Frekuensi kejadian sedang dalam waktu bulanan Level 4: Hampir 100% terjadi kejadian tersebut Level 5: 100% kejadian pasti terjadi									
TINGKAT BAHAYA: Merupakan hasil perkalian dari Resiko (R) dan Peluang (P) sebagai tetapan tingkat bahaya dari suatu pekerjaan yang dilakukan SKOR: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 10%;">1 – 4</td> <td style="width: 20%;">Rendah</td> <td>Masih dapat ditoleransi</td> </tr> <tr> <td>5 – 10</td> <td>Sedang</td> <td>Dikendalikan sampai batas toleransi</td> </tr> <tr> <td>11 – 25</td> <td>Tinggi</td> <td>Pemantauan intensif dan pengendalian</td> </tr> </table>		1 – 4	Rendah	Masih dapat ditoleransi	5 – 10	Sedang	Dikendalikan sampai batas toleransi	11 – 25	Tinggi	Pemantauan intensif dan pengendalian
1 – 4	Rendah	Masih dapat ditoleransi								
5 – 10	Sedang	Dikendalikan sampai batas toleransi								
11 – 25	Tinggi	Pemantauan intensif dan pengendalian								

Disusun Oleh:		Telah diperiksa dan disetujui oleh:		
Tanggal	19 Juni 2025	Pembimbing I 19 Juni 2025	Pembimbing II 19 Juni 2025	Ketua Program Studi 19 Juni 2025
Tanda Tangan				
Nama	Fitria Nurul Farida	Ahmad Hanapi, M.Sc	Dr. M. Imamudin, LC, MA	Rachmawati Ningsih, M.Si
NIM/NIDT/NIP	NIM.210603110061	NIP. 19851225 202321 1 021	NIP. 19740602 200901 1 010	NIP. 19810811 200801 2 010